PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL

“ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO A TRAVÉS DEL USO DE MODELAMIENTO ECONOMÉTRICO Y FRONTERAS ESTOCÁSTICAS: UNA APLICACIÓN A LOS 34 PAÍSES MIEMBROS DE LA OCDE”.



MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO

DE INGENIERO COMERCIAL

RODOLFO L. SOLIS MOVILLO

2015

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Rodolfo.
Por ser un gran ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por sus consejos, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi madre Jaqueline.
Por su confianza, apoyo, valores y por su amor.

A mi abuelita.
Por su cariño, preocupación, motivación y por su tremendo amor.

A mi tía Verónica.
Por su alegría, optimismo, energía, apoyo y cariño entregado.

A mi polola Alejandra.
Por su paciencia, alegría, apoyo incondicional y amor por sobre todas las cosas.

A mis profesores.
Hanns de la Fuente y Soledad Cabrera por su confianza.

A mi Agus querida.
Por su alegría y amor incondicional.

RESUMEN

La investigación realizada en la presente memoria tiene dos objetivos principales. El primero, es identificar los factores determinantes del crecimiento económico de las 34 economías miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) para un periodo de 10 años, mediante un modelo econométrico de datos de panel. El segundo objetivo es la medición de la eficiencia técnica por medio de la técnica de fronteras estocásticas. Para medir el crecimiento económico se utilizó como variable dependiente el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, encontrando una relación positiva entre los niveles de crecimiento y los niveles de eficiencia técnica.

Palabras Claves: crecimiento económico, OCDE, datos de panel, eficiencia técnica, fronteras estocásticas.

INDICE

Índice de tablas y gráficos

TABLAS

GRÁFICOS

I INTRODUCCIÓN

La cuestión del crecimiento no es nueva sino, un nuevo disfraz bajo el que se oculta un viejo tema que siempre ha intrigado y preocupado al análisis económico: el presente frente al futuro.

James Tobin

El crecimiento económico y la eficiencia en el uso de los recursos han sido una preocupación constante de los distintos países del mundo. Por un lado, el crecimiento económico es importante para los líderes de distintos países, ya que, de una manera u otra sientan las bases para poder lograr mejores niveles de vida, aumentando los ingresos fiscales y de esta manera entregando la posibilidad a los Gobiernos de poder cubrir distintas demandas sociales, como educación, salud, infraestructura, entre otros (Acemoglu & Robinson, 2012; Mankiw, 2012).

El término economía tiene un origen griego que significa "el que administra el hogar", y, al igual que en un hogar los responsables de un país deben tomar numerosas decisiones relacionadas a la gestión de los recursos con los que la misma sociedad y/o economía cuenta. Estos recursos que tiene disponible cada economía tienen la característica fundamental de ser escasos, lo que significa que estos recursos son limitados, y por ende no será posible producir todos los bienes y servicios que sus miembros desearían, del mismo modo que la sociedad tampoco podrá entregar el máximo nivel de vida a todos sus miembros.

Es por lo anterior, que junto con el crecimiento económico se hace tan importante la eficiencia, entendiendo este término como la propiedad según la cual la sociedad aprovecha de la mejor manera posible sus recursos escasos (Mankiw, 2012), ya que, al ser los recursos limitados, esto repercutirá en los niveles de producción de cada economía, y esto a su vez en los niveles de vida de las mismas, además de determinar cuántas personas pueden acceder a los bienes y servicios producidos.

Hoy en día, no sólo a nivel de países sino que también a nivel organizacional como incluso individuales, se hace necesario conocer qué tan eficiente se es en la utilización de los recursos, cuáles son las fuentes de esa eficiencia y cuáles son las variables que no generan o detienen la creación de eficiencia. Es por esto, que tener el conocimiento adecuado de aquellas variables que determinan los niveles de eficiencia, ayudará y colaborará con la toma de decisiones tanto a nivel público como privado.

Las empresas, organizaciones, países y economías utilizan diversos factores para producir bienes y servicios. Estos factores productivos pueden combinarse de muchas formas. Entonces para poder maximizar los beneficios, los agentes económicos se ven en la necesidad de escoger el método productivo que minimice los costos o que presente un mayor nivel de producción por unidad de factores productivos utilizados (Nicholson, 1997; Coelli, et al., 2005).

Lamentablemente no todos los agentes tienen éxito al momento de maximizar sus beneficios, es decir, que presentan ciertos niveles de ineficiencia al momento de producir. La ineficiencia puede tener dos fuentes. i) la primera, es la ineficiencia técnica, la cual aparece cuando dado un conjunto de factores productivos escogidos, el resultado del proceso productivo se ubica por debajo del resultado esperado o ideal, en relación a la función de producción. ii) la segunda, es la ineficiencia asignativa, la que ocurre desde factores productivos sub-óptimos dados precios y resultados (Greene, 1993).

La frontera de producción o función de frontera de producción esta basada en la premisa teórica de que la función de producción representa una situación ideal, el máximo resultado posible con un conjunto de factores productivos dados (Greene, 1993).

La estimación empírica de la función de producción comienza con el trabajo de Cobb y Douglas (1298). Sin desmedro de lo anterior, hasta la década de 1950 la función de producción fue ampliamente utilizada como un dispositivo para estudiar la distribución funcional del ingreso entre el capital y el trabajo (Greene, 1993). Tiempo después aparecen las contribuciones de Debreu (1951) y Farrell (1957), donde Farrell sugiere que sería posible analizar la eficiencia técnica en término de las desviaciones existentes en relación a una frontera idealizada u óptima. Sin embargo, este acercamiento falla dentro de un acercamiento econométrico, en el cual la ineficiencia es identificada con las perturbaciones en un modelo de regresión.

Para determinar y estimar la frontera de producción existen dos marcos teóricos y de trabajo. Por un lado, está lo conocido como fronteras deterministas, en la que no se permite que los valores de los output puedan estar por sobre la frontera de producción. Por otro lado, está lo conocido como frontera estocástica de producción propuesta por Aigner, Lovell, Schmidt (1977) y Meeusen y Van Den Broeck (1977) motivados por la idea que las desviaciones desde una frontera de producción podrían no estar completamente bajo el control de la firma bajo la interpretación de una frontera determinista, ya que, un número inusualmente alto de fallas aleatorias de equipos o incluso el mal tiempo, podrían aparecer en el análisis como ineficiencia. Aun peor, cualquier error o imperfección en la especificación del modelo o en la medición de sus componentes, podrían en un modo similar traducirse en un aumento de la ineficiencia.

La medición de la eficiencia, es un aspecto estudiado y aplicado en diferentes sectores y ámbitos de la economía, sectores como la industria bancaria (Adams,

et al., 1999), la industria de la aeronáutica civil-comercial (Alam & Sickles, 1998), la industria de la construcción (Albriktsen & Førsund, 1990), la industria de los fondos mutuos (Annaert, et al., 2001), industria agrícola (Battese, 1992), industria del *retail* (De la Fuente, et al., 2013), industria de seguros (De la Fuente, et al., 2009), el sector público (Afonso, et al., 2003), economías a nivel agregado, como pueden ser el caso de países, regiones y zonas comerciales (Delgado & Álvarez, 2005), industria deportiva como equipos de fútbol (Pestana & Gardía-del-Barro, 2008), industria educativa como escuelas públicas (Conroy & Arguea, 2008), en la industria maderera (Helvoigt & Adams, 2009), entre otros.

Por otra parte, y entrando en la aplicación de la presente tesis, que busca cuantificar y modelar los factores determinantes del desarrollo económico y sus niveles de eficiencia, es importante mencionar que la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE), es una organización que nace en 1961, ubicada en París, Francia. Su origen se enmarca en el término de la Segunda Guerra Mundial, con la finalidad de evitar los errores cometidos por sus predecesores luego de la Primera Guerra Mundial. Es entonces, que los líderes europeos deciden que la mejor manera de poder asegurar la paz sería incentivando la cooperación y la reconstrucción, en lugar de castigar y humillar. Debido a lo anterior es que nace la Organización Europea para la Cooperación Económica (OECE), establecida en 1948, con el objetivo de poner en marcha el Plan Marshall para la reconstrucción del continente devastado por la guerra, el cual fue financiado por Estados Unidos[1]. El 14 de diciembre de 1960, Canadá y Estados Unidos declaran su intención de unirse a la OECE, motivados por el éxito logrado por la organización en cuanto al trabajo realizado en conjunto, con la premisa clara de que existía una interdependencia entre las economías miembro y con la motivación de poder continuar con el trabajo realizado a futuro, ahora en una etapa global. Con la unión de Canadá y Estados Unidos nace oficialmente la OCDE, el 30 de Septiembre de 1961.

La OCDE actualmente cuenta con 34 economías miembros[2], además de tener disponible un presupuesto anual de más de 357 millones de euros. La misión de la OCDE es promover políticas que mejoren el bienestar social y económico de las personas alrededor del mundo, además de promover un espacio donde los Gobiernes pueden trabajar juntos para compartir experiencias y buscar soluciones a problemas comunes. La OCDE trabaja junto con los Gobiernos para entender qué conduce los cambios económicos, sociales y ambientales. Esto lo hace por

[1] http://www.oecd.org/about/history/
[2] La lista de los países miembros será presentada en la sección de Metodología.

medio del análisis de datos para predecir futuras tendencias, además de establecer estándares internacionales en un amplio rango de áreas, desde la agricultura e impuestos hasta la seguridad en el tratamiento de químicos. La OCDE también se preocupa de los problemas que afectan directamente a las personas, como por ejemplo, cuánto paga la gente de impuestos y seguro social, y qué tanto tiempo de ocio tienen disponibles. También compara los diferentes sistemas educativos de cada país, y la manera en que estos están preparando a su Juventud para la vida moderna, y cómo será el desempeño de los diferentes sistemas de pensión después de que sus ciudadanos estén en edad de retiro[3].

Así, la presente memoria busca en una primera instancia realizar un análisis de los factores determinantes del crecimiento económico de los 34 países miembros de la Organización para el Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE) para el periodo 2003-2012, con un modelo econométrico de datos de panel. Luego, en una segunda instancia, después de haber identificado las variables que influyen y condicionan el crecimiento económico de este grupo de países (OCDE), se pasará a aplicar la técnica de fronteras estocásticas para la medición de la eficiencia técnica de estas economías, con las variables significativas para el crecimiento derivadas del análisis econométrico con datos de panel.

La presente investigación está dividida en cuatro secciones: i) la primera sección contiene el problema de estudio, en el cual se realiza la presentación del problema a investigar, los objetivos generales y específicos de la investigación. ii) la segunda sección corresponde al marco teórico, donde se expondrán el sustento teórico-empírico para las variables que serán utilizadas tanto para el modelo econométrico de datos de panel, como para la aplicación de la técnica de fronteras estocásticas. iii) la tercera sección de la investigación, expone la metodología de investigación, donde en una primera parte se describen los pasos para construir el modelo econométrico de datos de panel de crecimiento económico para las economías OCDE, para luego explicar brevemente en qué consiste la metodología de fronteras estocásticas y finalmente desarrollar la aplicación a esta metodología a las 34 economías miembros de la OCDE, además de presentar los respectivos resultados. iv) la cuarta sección, corresponde a las conclusiones obtenidas tanto del modelo econométrico de datos de panel, como de la medición de la eficiencia técnica con la metodología de fronteras estocásticas aplicada a las economías OCDE.

[3] http://www.oecd.org/about/

II PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La riqueza del fenómeno social es tal, que hace poco razonable espera que alguna teoría explique la totalidad de las variaciones observadas en las instituciones y en el comportamiento. Pero una teoría al menos debería ser capaz de explicar las importantes regularidades.

Joseph E. Stiglitz

De todos los indicadores de crecimiento económico existentes, el más utilizado es la variación del Producto Interno Bruto (PIB). El PIB real mide la producción total de bienes y servicios de la economía y, por lo tanto, la capacidad del país para satisfacer las necesidades y los deseos de sus ciudadanos. Es por esto, que tal vez el aspecto más importante en macroeconomía sea conocer qué determina el nivel y el crecimiento del PIB (Mankiw, 2006; Barro, 2002; Dornbusch, et al., 2008).

En el largo plazo, las políticas económicas solo pueden aumentar el PIB mejorando la capacidad productiva de la economía (Dornbusch & Fischer, 1997). Los responsables de las políticas económicas pueden intentarlo de diferentes maneras. Por ejemplo, aumentando las políticas que aumentan el ahorro nacional, ya sea por medio del ahorro público o privado, lo que deriva en un aumento del stock de capital. También es posible hacerlo por medio del incentivo del aumento en la eficiencia del trabajo, como mejoras en educación o por medio de medidas que aumenten el progreso tecnológico. El mejorar las instituciones de un país, como la lucha contra la corrupción en los organismos públicos, tiene consecuencias como un uso más eficiente de los recursos de la economía y un aumento de la acumulación de capital (Acemoglu & Robinson, 2012).

De acuerdo con Mankiw (2006) en el área de la macroeconomía existen cuatro aspectos que aún no han sido resueltos. Primero, ¿cuál es la mejor forma de elevar la tasa natural de producción de una economía?; segundo, ¿hay que intentar estabilizar la economía?; tercero ¿cuál es el coste de la inflación y cuánto cuesta reducirla?; cuarto, ¿hasta qué punto son un problema los déficit presupuestarios públicos? (Mankiw, 2006).

La motivación del presente trabajo empírico va enfocada en el primer aspecto mencionado anteriormente, es decir, ¿cuál es la mejor forma de elevar la tasa natural de producción de una economía? Este nivel de producción de la economía depende de la cantidad de capital, el uso del trabajo, de la dotación de los restantes factores y de la tecnología. Sin embargo, no existe un acuerdo general de cuál es la mejor manera de poder aumentar el nivel de producción, es decir, cuáles variables incentivar o estimular para poder crecer en el largo plazo. Algunos autores proponen que para aumentar la cantidad de capital es necesario aumentar la tasa de ahorro y de la inversión en la economía, lo que se lograría por medio de un menor consumo de las generaciones actuales. Pero existen otros autores que plantean que no sería necesario tener niveles de consumo actual menores para generar mayores tasas de ahorro y de inversión, ya que, el propio

progreso tecnológico se encarga de que las generaciones futuras puedan disfrutar de más bienestar que las actuales (Dornbusch, et al., 2008). Por otro lado, existe la opción de elevar la tasa natural de crecimiento mejorando la manera en que las economías utilizan su población activa, por lo que, se plantea que la preocupación de los responsables de la política económica debería ir por la reducción de la tasa natural de desempleo, pero otros plantean que no sería la mejor manera debido a los costos asociados que podría traer, ya que, bajar la tasa natural de desempleo podría lograrse reduciendo el salario mínimo y aumentando los incentivos para encontrar trabajo como, la reducción del seguro de desempleo, pero este tipo de medidas podría generar descontento social, ya que, irían en desmedro de los miembros más necesitados de la sociedad (Barro, et al., 1993). En ciertos países, el nivel de actividad económica es bajo debido a la falta de instituciones que los habitantes de los países desarrollados dan por sentadas. Actualmente, los ciudadanos de países occidentales no temen que pueda estallar una revolución, un golpe de estado o una guerra civil. En gran medida existe confianza en la policía y el sistema judicial, que se protejan los derechos de propiedad y que se respeten los contratos entre privados (Mankiw, 2006; Acemoglu & Robinson, 2012). Elevar la tasa de progreso tecnológico, para algunos economistas, sería el objetivo más importante de la política económica, ya que, por ejemplo, el modelo de crecimiento de Solow señala que para que los niveles de vida crezcan continuamente sería necesario, en última instancia, un progreso tecnológico continuo, es decir, que al menos la tasa de crecimiento sea constante y no decaiga (Mankiw, 2006; Dornbusch & Fischer, 1997; De Gregorio, 2007).

Como es posible apreciar no existe un único camino para lograr el crecimiento, sin mencionar que además de existir diferentes opciones para lograrlo, estas no se validan de la misma manera en diferentes contextos, es decir, que para diferentes economías con diferentes características un método podría no tener los mismos resultados o impacto sobre el crecimiento. Incluso para una misma economía el impacto de una variable sobre el crecimiento puede tener magnitudes distintas en diferentes periodos de tiempo.

Derivado de lo anterior, y de acuerdo al campo de aplicación en el que se desarrollará la presente tesis, es que surgen las preguntas que esta investigación intenta responder:

1. ¿Cuáles son los determinantes del crecimiento económico para los países miembro de la OCDE para el periodo de estudio?
2. ¿Cuáles son las variables que aportan a la eficiencia y cuáles no?

3. ¿Cuáles son las economías OCDE más eficientes y cuáles son las menos eficientes?
4. ¿Las economías que tienen mayores niveles de crecimiento económico lo obtienen porque tienen mayores niveles de eficiencia?

2.1 Objetivo General

El objetivo general es, a través de la elección de un indicador de crecimiento económico para las economías miembros de la OCDE, determinar cuáles son las variables que significativas en la generación del crecimiento económico para dichas economías. Además de identificar las variables determinantes para el crecimiento económico, se espera conocer si éstas aportan a los niveles de eficiencia, así como, desarrollar un ranking de eficiencia técnica para los 34 países miembros de la OCDE en el periodo de estudio.

2.2 Objetivos Específicos

- Especificar un modelo econométrico de datos de panel, que explique el crecimiento económico de los países miembros de la OCDE para el periodo 2003-2012.
- De la especificación anterior, obtener las variables que son representativas del crecimiento económico.
- Determinar cuál es la función de producción que mejor representa las economías de la OCDE (Cobb-Douglas / Translogarítmica).
- Generar ranking para los distintos países miembros de las economías de la OCDE según su nivel de eficiencia técnica, utilizando la metodología de fronteras estocásticas.
- Determinar cuáles factores productivos son los determinantes del crecimiento económico, y cuáles aportan a la eficiencia y cuáles la desaceleran.
- Determinar si existe una relación entre las economías que presentan altos niveles de crecimiento económico y altos niveles de eficiencia.

III MARCO TEÓRICO

El mundo moderno concibe los ciclos económicos de una forma muy parecida a como los antiguos egipcios concebían las crecidas del Nilo. El fenómeno se repite a intervalos, es de gran importancia para todo el mundo y no se comprenden sus causas naturales.

John Bates Clark

El crecimiento económico es un tema ampliamente utilizado y estudiado en todos los sectores de la economía. Existen varios autores e instituciones internacionales que se dedican a confeccionar herramientas para poder abordar, describir y medir el nivel de crecimiento de una gran cantidad de países del mundo. Dentro de los autores destacan Acemoglu (2012), Barro (1997), Cole (2004), Mankiw (2012), Sala-i-Martini (2002), De Gregorio (2007), entre otros. Por el lado de las instituciones destacan el Banco Mundial, la OCDE, la Organización Mundial del Comercio, entre otros. Debido a que el enfoque del crecimiento no es un tema definitivo y existen muchas áreas de acción que afectan directa e indirectamente el desempeño económico de un país se revisarán algunos autores e instituciones internacionales con el objetivo de formar un marco de referencia para clasificar los factores de medición del crecimiento. Por lo tanto, esta sección se enfoca en el análisis de los factores macroeconómicos de la economía que condicionan el desempeño de un país en términos de desarrollo y crecimiento.

Para comenzar con la descripción del estado del arte de la presente tesis. Es necesario distinguir los conceptos de crecimiento económico y desarrollo económico, ya que, el desarrollo económico supone la transformación social, donde solo una porción relativamente pequeña de la fuerza de trabajo es necesaria para producir materias primas o productos de subsistencia, mientras que la otra parte de la fuerza de trabajo está enfocada en la producción de bienes manufacturados, servicios y posiblemente productos agrícolas para la exportación. En cambio el crecimiento económico se produce por el incremento de la cantidad y/o calidad de los factores de producción, además de los cambios tecnológicos (Mankiw, 2006).

El crecimiento económico varía de un país a otro a lo largo del tiempo. La causa de estas variaciones es una cuestión clave para la política económica. Las diferencias en las tasas de crecimiento per cápita se relacionan sistemáticamente con un conjunto de variables explicativas cuantificables (Barro, 2003).

En relación al crecimiento económico, es posible decir que en el largo plazo, los niveles de vida se miden con base en la producción per cápita o consumo por familia y están determinados por la oferta agregada y el nivel de productividad. En otras palabras, el crecimiento económico representa la expansión del PIB real o la producción potencial de un país, el que se concreta cuando se desplaza la frontera de posibilidades de producción hacia afuera. Un concepto que también mide el crecimiento económico, es la tasa de crecimiento de producción por persona, la

que determina la tasa con la que aumentan los niveles de vida de un país (Samuelson & Nordhaus, 2010).

3.1 Crecimiento económico

Cuando queremos juzgar el desempeño de un país, normalmente se observa la renta que generan todos sus participantes, es decir, el Producto Interno Bruto (PIB). El PIB mide dos aspectos al mismo tiempo, la renta total de todos los miembros de la economía y el gasto total de la producción de bienes y servicios de la economía, ya que, en una economía en su conjunto, la renta debe ser igual al gasto (Dornbusch, et al., 2004).

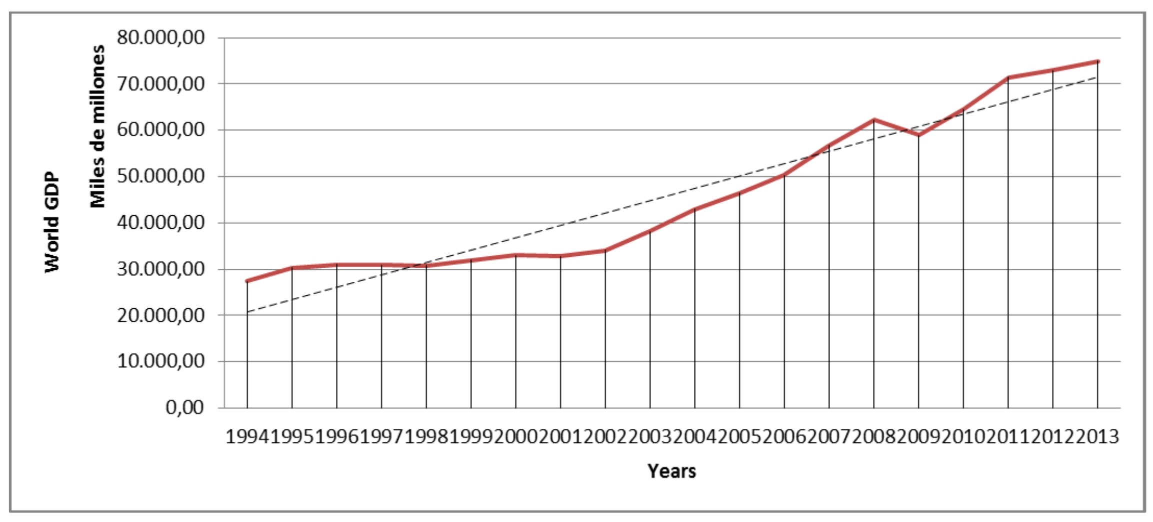
El PIB es el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en un país durante un determinado período de tiempo. El PIB suma muchos tipos diferentes de productos, producidos en una economía, para obtener un único indicador del valor de la actividad económica, utilizando precios de mercado, para así reflejar el valor de éstos. La finalidad del PIB es incluir todos los artículos producidos en la economía y vendidos en el mercado. Consecuentemente, existen productos que se excluyen o se escapan de la medición, tales como artículos producidos y vendidos ilícitamente, artículos que se producen y se consumen en el hogar, es decir, que no se transan en el mercado formal. Este indicador comúnmente se publica en períodos trimestrales y se presenta de forma desestacionalizada, para que los cambios estacionales de los períodos de producción de mayor número de bienes y servicios no interfieran con el análisis y la proyección (Dornbusch, et al., 2004).

A pesar de que en algunos casos es posible apreciar fluctuaciones económicas en los países en el corto plazo, también es posible apreciar que las economías avanzadas exhiben un crecimiento continuo de lago plazo en su PIB real y un mejoramiento de las condiciones de vida, a este proceso de mejora continua en el tiempo se le conoce como crecimiento económico (Samuelson & Nordhaus, 2010).

Como se aprecia en el GRÁFICO 1 el crecimiento económico a nivel mundial ha estado en algunas fases expansivas, donde ha crecido por sobre su tasa potencial (la línea punteada representa el PIB potencial de la economía mundial, mientras que la línea rellena representa el PIB real), mientras que en otros periodos de desaceleración, está creciendo por debajo de su verdadero potencial de crecimiento. Es posible apreciar que el último periodo, durante los últimos 20 años, donde se creció por bajo su potencial fue para la crisis de los años 2008-2009. Mientras que para el caso de las economías OCDE en el periodo de análisis, que corresponde desde el año 2003 hasta el año 2012, se observa que tienen un

crecimiento sostenido hasta el año 2008 (ver GRÁFICO 2), donde no se aprecia gráficamente, pero del año 2007 al año 2008 experimentan una caída en el nivel del PIB per cápita promedio de 0.178%, mientras que entre el año 2007 y 2009 la caída experimentada es entorno al 4.778%, incluso en términos per cápita la recuperación no es total, ya que, al final del periodo de análisis no se cuenta con los mismos niveles de PIB per cápita que existían al 2007.

GRÁFICO 1: CRECIMIENTO ECONÓMICO MUNDIAL 1994-2003

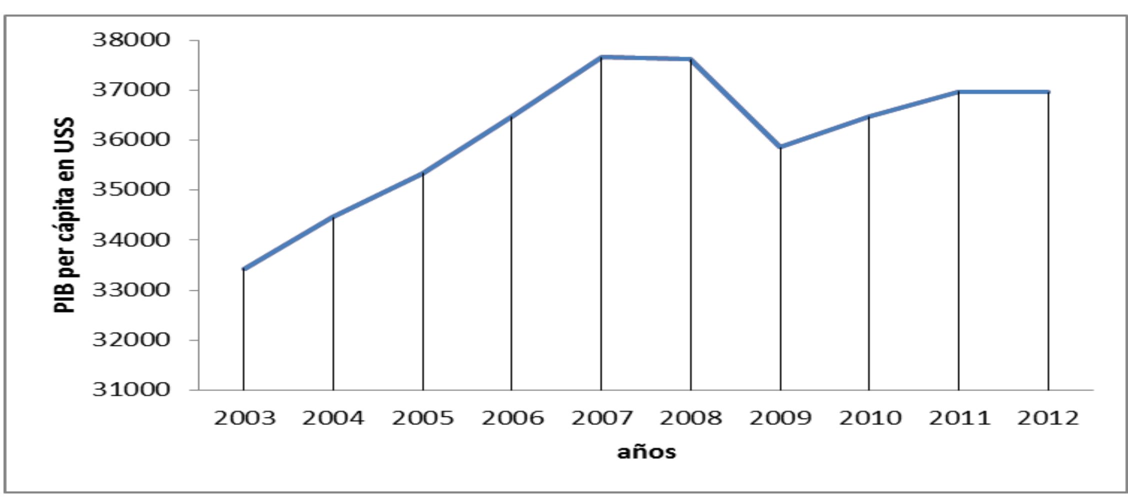


FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

Cuando una economía trabaja a toda su capacidad, hay altos niveles de utilización de la fuerza laboral y del capital. Cuando la producción se eleva por encima de su nivel potencial, la inflación de precios tiende a aumentar, mientras que a un nivel de producción por debajo de su nivel potencial lleva a un mayor desempleo en comparación a su nivel potencial de crecimiento. El producto potencial está determinado por la capacidad productiva de la economía, que depende de la disponibilidad de factores de producción o insumos, además de su eficiencia tecnológica. El PIB potencial tiende a crecer de una manera más constante y estable, debido a que insumos como el trabajo, capital y tecnología tienden a cambiar con bastante lentitud en el horizonte de tiempo. A diferencia de lo que ocurre con el PIB efectivo que está sujeto a las variaciones de los ciclos económicos o de negocios (Samuelson & Nordhaus, 2010).

Entendiendo entonces como se mide la actividad económica de cada país, es posible encontrar diferentes determinantes del crecimiento económico en estudios de carácter empírico. Es así que se encuentran diferentes usos de variables explicadas para esto.

GRÁFICO 2: CRECIMIENTO ECONÓMICO OCDE 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

En un primer grupo de estudios se encuentran los que utilizan el PIB per cápita ajustado a PPA[4], como indicador de crecimiento económico, específicamente la variación porcentual. Que es el caso de Cole (2004), donde lo que hace es tratar de encontrar los determinantes del crecimiento económico mundial. Además de utilizar la variable antes mencionada como indicador del crecimiento, también se utiliza para confirmar la teoría de convergencia condicional del modelo de Solow[5], obteniendo un coeficiente negativo para el nivel inicial de PIB per cápita, lo que finalmente se traduce en la confirmación del modelo mismo. Esto quiere decir que un incremento en un punto provoca una reducción de alrededor de 2 puntos porcentuales en la tasa anual de crecimiento en el PIB per cápita.

El PIB per cápita, medido en dólares de Estados Unidos, es una variable *proxy*[6] del nivel de desarrollo económico de un país, por lo tanto, el PIB per cápita es utilizada como variable dependiente en estudios de los determinantes del desarrollo económico y social (Amate & Guarnido, 2011).

Siguiendo en la línea del uso de la variación porcentual del PIB per cápita como indicador de crecimiento, y del nivel inicial como variable explicativa para comprobar la convergencia, se tienen casos como el de Barro (2002), donde estudia la cantidad y calidad del crecimiento económico, obteniendo como conclusión que la relación que existe entre el nivel de PIB per cápita inicial y la tasa de variación del PIB per cápita es negativa con un alto nivel de

[4] Poder de paridad de compra, del inglés *purchasing power parity*. Fue formulada por el economista austriaco Gustav Cassel en la década de 1920. En castellano se conoce como PPA o PPC (De Gregorio, 2007).

[5] La convergencia condicional del modelo de Solow dice que el PIB per cápita de un país tiende a crecer más rápido si parte de un nivel inicial menor, lo que dice que los países pobres tienden a converger a los países ricos si las políticas y las instituciones se mantienen constantes(Cole, 2004).

[6] También conocidas como variables representantes. Se ocupan cuando las variables en estudio no son observables directamente (Gujarati & Porter, 2010).

significatividad[7], con una tasa estimada de convergencia condicional cercana al 3% anual, lo que se traduce en que a medida que el PIB per cápita de una economía crece más, su tasa de crecimiento se va reduciendo en el tiempo.

Lo anterior es recurrente en la revisión de distinta literatura empírica de crecimiento, donde la variable más utilizada para medir el crecimiento económico es la variación del PIB per cápita (Chirinos, 2007). Además del uso de la variación del PIB per cápita, Aguirre (2007) la utiliza para explicar los determinantes del crecimiento económico. A lo anterior también se suma el estudio de Bassani, Scarpetta y Hemmings (2001) donde se utiliza la variación del PIB per cápita a poder de paridad de compra del año 1993. Dentro de la línea de investigación de los autores, se utilizó el PIB per cápita como instrumento para medir el crecimiento económico, además de la consideración del PIB per cápita inicial para comprobar la convergencia económica. En este mismo sentido es que Larraín y Vergara (1992), en su estudio de cómo la distribución en el ingreso afecta a los niveles de inversión y crecimiento, obtienen que la relación que existe entre el nivel inicial del PIB per cápita y el crecimiento económico, tienen una relación negativa y significativa[8], con una tasa de convergencia condicional de un 0.7% anual. Lo que comprueba la teoría de la convergencia. Sumado a lo anterior también se ocupa el PIB per cápita como indicador de crecimiento económico en Barro (2000), donde se utiliza para analizar la desigualdad y el crecimiento en una muestra de 98 países.

Si bien se han presentado distintos casos empíricos donde se comprueba la existencia de la tasa de convergencia condicional, existen otro autores que han demostrado lo contrario, así está el caso de Barro (1991) donde para una muestra de 98 países para el periodo comprendido entre 1960 y 1985, se muestra a priori que la relación entre el nivel de PIB per cápita inicial y la tasa de crecimiento del PIB per cápita tiene un coeficiente de correlación de 0.09. Lo anterior va en contradicción con lo expuesto por la teoría de convergencia, ya que, el coeficiente tendría que ser negativo para que la tasa de crecimiento vaya disminuyendo a medida que el nivel del PIB per cápita inicial aumenta. Pero en esta misma investigación se comprueba que al incluir como variable explicativa, del crecimiento económico, el capital humano, la relación entre el nivel inicial del PIB per cápita y el crecimiento económico ahora tiene un coeficiente negativo y altamente significativo[9], con una tasa de convergencia cercana al 0.75% anual. La interpretación se realiza de la siguiente manera, considerando que el PIB per

---

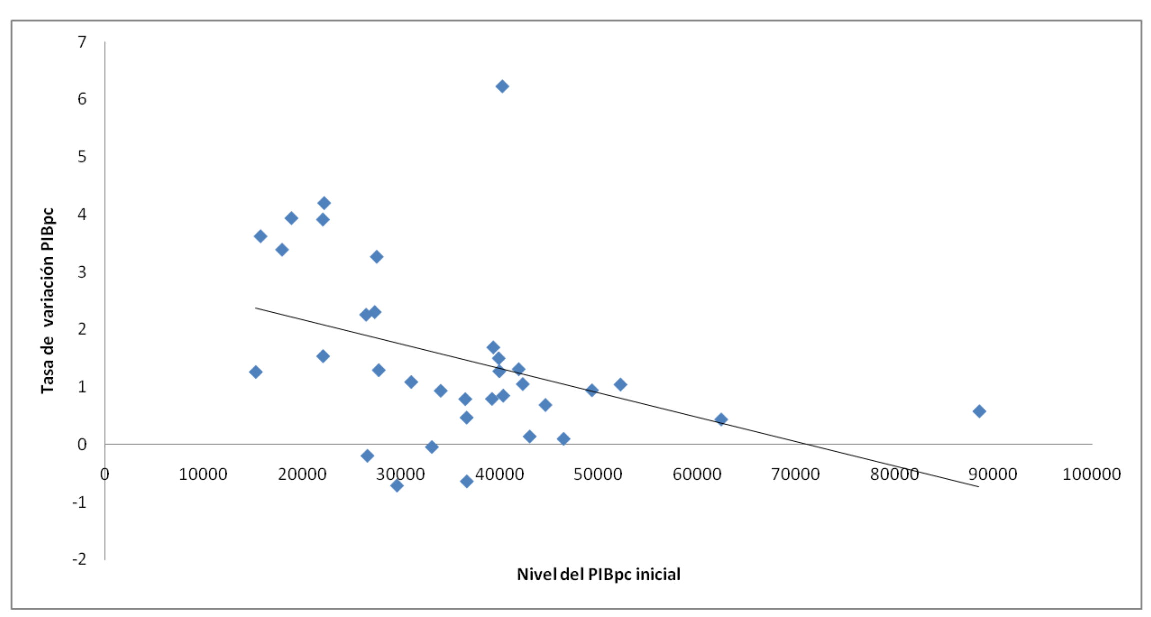
[7] Con un p-valor de 0.0037; un coeficiente estimado de -0.0316; R cuadrado de 0.54.
[8] Con un p-valor de 0.0012; un coeficiente estimado de -0.007.
[9] Con un p-valor de 0.0012; un coeficiente estimado de -0.0075.

cápita está medido en miles de dólares, entonces si el PIB per cápita inicial aumenta en mil dólares provocará una caída en 0.75 puntos porcentuales por año en la tasa de variación del PIB per cápita (Barro, 1991).

Así en el GRÁFICO 3, es posible observar que para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, se aprecia que efectivamente existe una relación negativa entre la tasa de crecimiento económico, medida como la tasa de variación del PIB per cápita, y el nivel inicial del PIB per cápita. Esto comprobaría que si existiría la tasa de convergencia condicional para la muestra y contexto utilizado para la presente tesis[10], hasta el momento.

Por otro lado, es posible encontrar otro grupo de estudios donde se utiliza un indicador distinto para medir el crecimiento económico. Tal es el caso de Delgado y Álvarez (2005) que con el fin de evaluar la eficiente técnica en los países miembro de la Unión Europea, utilizaron como *proxy* del crecimiento económico el Valor Añadido Bruto[11] (VAB) a precios de mercado y con poder de paridad de compra. Otro caso donde se utiliza el VAB es para la descomposición del crecimiento de la productividad en progreso técnico y cambio de eficiencia (Maudos, et al., 2000.), en una aplicación a las regiones de España.

GRÁFICO 3: RELACIÓN VARIACIÓN PIBPC /NIVEL PIBPC INICIAL



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

También se utiliza el PIB real, en el caso de Krishnasamy y Ahmed (2009), donde se trabajó con 26 países de la OCDE durante el periodo de 1980-2008 con la

[10] Con un coeficiente de correlación de -0.394.

[11] Es la macro magnitud económica que mide el valor añadido generado por el conjunto de productores de un área económica, recogiendo en definitiva los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo.

técnica de Análisis Envolvente de Datos[12] (DEA por su sigla en inglés) para medir la productividad. Sumado a este caso se encuentra el uso del PIB real (Maudos, et al., 2000) como variable dependiente para medir el cambio técnico, eficiencia y productividad en los países miembros de la OCDE con la técnica de Análisis Envolventes de Datos y la aproximación de Fronteras Estocásticas. Sumado a lo anterior también se ha ocupado el PIB real como variable explicada para encontrar la relación entre la inversión por capital físico, salud y crecimiento económico. En este último caso no se ocupó el nivel de crecimiento del inicio del periodo para comprobar la teoría de convergencia (Xiaoquing, 2005).

3.2 Inversión y Crecimiento Económico

La inversión es una variable que tiene estrecha relación con el ahorro, ya que, si la gente decide dedicar una mayor fracción de sus ingresos a ahorrar, es decir a no consumir, la economía tendría más recursos disponibles para invertir, puesto que aquellos bienes que no se consumen tendrán que quedar para el futuro en forma de inversión, ya sea como inventarios o como bienes de capital que se usarán para producir nuevos bienes (De Gregorio, 2007).

Una de las formas de aumentar la productividad en una economía es por medio de la destinación de los recursos actuales a la producción de capital, lo que es posible lograr por medio de un menor consumo actual de bienes y servicios, lo anterior se fundamenta en la característica escaza y limitada de los recursos. Debido a lo anterior es que la acumulación de capital afecta directamente a la productividad, por lo que se tiene un consenso que un elevado nivel de inversión acelera el crecimiento económico, derivado de un aumento en la productividad. Es entonces que la inversión en capital físico es un determinante del crecimiento económico, ya que, si una economía ahorra/invierte un mayor porcentaje del PIB crecerá más rápido que aquellas economías que ahorran/invierten una proporción menor (Cole, 2004).

Dentro de las maneras en las que se miden los niveles de inversión, es posible utilizar las variaciones del stock de capital y la inversión fija con respecto al PIB real (Barro, et al., 1997), donde se ocupan para demostrar como los niveles de inversión afectan al crecimiento económico, además de evidenciar la diferencia en los niveles de inversión entre Alemania, España, Japón, Reino Unido, Estados

[12]La metodología del Análisis Envolvente de Datos (DEA), ha sido tradicionalmente utilizada para la estimación de la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas. es una técnica de medición de la eficiencia basada en la obtención de una frontera de eficiencia a partir de un conjunto de observaciones, sin necesidad de asumir ninguna forma funcional entre “input” o insumos y “ouputs” o productos.

Unidos y México para el periodo comprendido entre 1980 y 1995, ocupando el ratio inversión fija respecto al PIB real, donde estas economías tenían un nivel de inversión promedio durante el periodo de análisis de un 21% del PIB.

Por otro lado, en estudios empíricos que buscan encontrar los determinantes del crecimiento económico, se utiliza también el ratio de inversión sobre el PIB donde se determina que si el ratio de Inversión con respecto al PIB aumenta en un punto, la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita aumenta en 0,09 puntos porcentuales. Lo que quiere decir que si existen dos países idénticos en todos los aspectos pero uno invierte el 20% del PIB mientras que el otro invierte un 10% la diferencia en sus tasas anuales de crecimiento será en promedio, cercana a un 0.9% (Cole, 2004). Lo anterior también es evidenciado en la literatura empírica del crecimiento, donde el efecto de la inversión sobre el potencial de crecimiento de la economía es medido a través del ratio de inversión con respecto al PIB (Chirinos, 2007). También es posible encontrar otros casos, como el estudio realizado por Aguirre (2007), donde se encontró que la razón entre el porcentaje de inversión sobre el PIB tiene una relación positiva y significativa, donde se concluyó que para el caso de Guatemala con un aumento en un 1% del ratio de inversión, la tasa de crecimiento económico aumentaba en un 0.3%. Sumado a lo anterior también se tiene el caso de Barro (2002) donde la razón de inversión[13] resulta significativa[14] para explicar el crecimiento económico, con un coeficiente positivo de 0.057. El uso de esta variable para medir los niveles de inversión también es posible apreciarla el trabajo de Bassanini, Scaeptta y Hemmings (2001). Siguiendo la misma línea de la evidencia antes mencionada en relación al uso de la razón de la inversión respecto del PIB, es que se comprueba que tiene una significatividad importante en la tasa de crecimiento del PIB per cápita, con un coeficiente estimado de 1.22 (Amate & Guarnido, 2011). Además está la evidencia empírica de Barro (2000), donde encuentra una relación significativa y positiva[15] entre la razón de la inversión privada sobre el PIB, y la tasa de crecimiento del PIB per cápita, donde se concluyó que por un aumento en un 1% de la razón de inversión la tasa de variación del PIB per cápita aumenta en cerca de 0.059 puntos porcentuales.

Es posible encontrar en la literatura que para medir los niveles de inversión se utiliza el método del inventario permanente sobre la formación bruta de capital fijo (FBKF) por propietario y en poder de paridad de compra, en la evaluación de la

[13] Porcentaje de inversión en relación al PIB real, como *proxy* de la variable inversión.
[14] Con un p-valor de 0.026, por lo que se encuentra en la zona de rechazo de hipótesis nula, que dice que el coeficiente de la variable es igual a cero, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa que dice que es diferente de cero.
[15] Coeficiente estimado de 0.059

eficiencia técnica en los países miembros de la unión europea (Delgado & Álvarez, 2005). En otros estudios empíricos de productividad para medir la inversión se utiliza la acumulación de stock de capital (Maudos, et al., 2000.). También se ha evidenciado casos como el de China, donde el crecimiento tiene una alta relación con la acumulación de capital, concluyendo que si el ratio de formación de capital fijo sobre el PIB aumenta en un uno por ciento, esto se traduce en un aumento de 0.2 puntos porcentuales del ratio de crecimiento del PIB per cápita (Ding & Knight, 2011).

También existe evidencia empírica, donde la inclusión de la inversión comprobaría la existencia entre la fracción del producto que se destina a la formación bruta de capital fijo y el crecimiento económico. La idea subyacente es que el porcentaje de renta destinado a inversión condiciona el capital físico por trabajador y, por lo tanto, la productividad y el crecimiento de la renta por habitante ha sido ampliamente analizada desde la aparición del modelo de Solow-Swan (1956), llegando incluso a formularse un modelo, conocido como AK, que establece que la tasa de crecimiento es una función de la participación de la inversión en el PIB. Ahora bien, en el caso de Giménez y Sanaú (2009) donde la variable utilizada para medir la inversión fue la formación bruta de capital como porcentaje del Producto Nacional Bruto (PNB), se encontró una relación positiva y significativa[16] entre los niveles de inversión y los niveles de crecimiento, concluyendo que con un aumento de un punto porcentual de la relación formación bruta de capital con respecto al PNB provocaría un aumento en 0.061 puntos porcentuales en el crecimiento económico (Giménez & Sanaú, 2009).

La inversión en capital físico es una condición para el crecimiento económico. Un avance tecnológico en la producción puede ser obtenida por medio del aumento de la inversión física en capital. Por otro lado, si el sector manufacturero procesa el capital físico y el avance de la tecnología de producción, entonces los recursos pueden ser usados de manera más eficiente, y lograr escalas de producción más grandes al tiempo que crece el empleo, por lo tanto, el ingreso nacional tendería a mejorar. Lo anterior queda comprobado con el nivel de significatividad del 5% que tiene la variable la inversión en capital físico en relación al PIB real, con un coeficiente estimado de 0.38 (Xiaoquing, 2005).

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 4 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, se ve una relación positiva

[16] Coeficiente estimado de 0.00061 (p-valor<0.5)

entre el ratio de inversión con respecto al PIB y la tasa de variación del PIB per cápita para la muestra y contexto utilizado para la presente tesis[17].

GRÁFICO 4: RELACIÓN PIBPC/FORMACIÓN DE CAPITAL FIJO

FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

3.3 Trabajo y Crecimiento Económico

Tanto el nivel del PIB como el desempleo son indicadores importantes para medir el desempeño de una economía en términos de actividad. En muchas economías y países, la población en su mayoría se encuentra más preocupada por las cifras relacionadas al desempleo, puesto que son números que a priori les afectan directamente, más que las cifras exactas asociadas al PIB. Claramente un nivel bajo de empleo está asociado, por medio de la función de producción, con un bajo nivel de actividad económica. Sin embargo, una mirada más cuidadosa a los datos del empleo puede entregar información adicional sobre la evolución y perspectivas de la actividad económica (De Gregorio, 2007).

La población dentro de una economía se divide entre quienes están en edad de trabajar y quienes no lo están. La población en edad de trabajar se define como aquella integrada por los mayores de cierta edad, que por lo general, y dependiendo del país, se encuentra en un rango entre los 14 y 16 años (De Gregorio, 2007). El desempleo es el número de personas que buscan trabajo, pero que no tienen empleo o que no pueden encontrarlo. La suma del desempleo y del empleo es lo que se conoce como población activa. Mientras que por otro lado, las personas que no tienen empleo y que no lo están buscando se les conocen como inactivos. Entonces el ratio entre el número de personas desempleados sobre el número de personas que componen la población activa es lo que se conoce como la tasa de desempleo (Barro, et al., 1997). Además se tiene evidencia empírica de que la tasa de desempleo desprovista de tendencia tiene una relación contra

[17] El coeficiente de correlación entre las dos variables es de un 0,394.

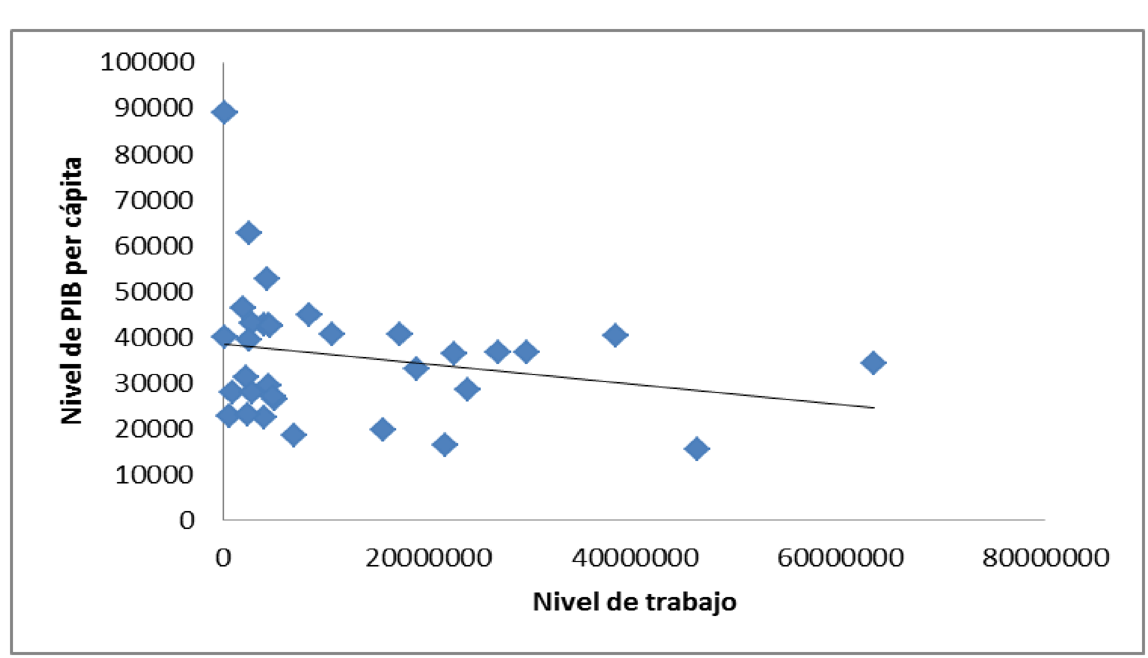
cíclica en relación al PIB real desprovisto de tendencia, con un índice de correlación que se mueve entre -0.16 y -0.92 (Barro, et al., 1997).

GRÁFICO 5: RELACIÓN PIB/NIVEL DE TRABAJO

FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

El desempleo es un problema macroeconómico, pero dentro de los problemas macroeconómicos es el que afecta de manera más directa a las personas, como se mencionó anteriormente. Para la gran mayoría de la gente, la pérdida de empleo significa un empeoramiento de sus niveles de vida y un aumento en sus niveles de incertidumbre (Mankiw, 2006).

GRÁFICO 6: RELACIÓN PIBPC/NIVEL DE TRABAJO



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

En el corto plazo las economías están en distintas posiciones en cuanto a su actividad económica. Aquellas que se encuentran en un periodo de altos niveles de actividad pueden tener tasas de desempleo excepcionalmente bajas,

ocurriendo exactamente lo contrario en las economías que se encuentran en recesión. Esto es posible evidenciarlo en el caso de Argentina en el año 2003, que venía de su crisis de convertibilidad, por lo tanto, tenía un bajo nivel de empleo y alto desempleo (De Gregorio, 2007).

Cuando un país mantiene a sus trabajadores lo más ocupado posible, consigue un nivel de PIB más alto que si dejara que muchos permanecieran ociosos (Mankiw, 2012).

El mayor costo del desempleo es la pérdida de producción, ya que, la gente no trabaja y, por lo tanto se produce menos. Es entonces que se dice que una recesión económica puede llegar a significar, fácilmente, de 3% a 5% del PIB y al mismo tiempo sumar miles de millones de dólares en pérdidas, por lo que los costos de la producción perdida son bastante elevados. Derivado de lo anterior, la Ley de Okun, establece que un punto porcentual adicional de desempleo cuesta dos puntos porcentuales del PIB real, por la relación negativa que tienen (Dornbusch, et al., 1999).

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 5 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, existe una relación positiva[18] entre el nivel de trabajo en cada una de las economías y sus respectivos niveles de PIB. Pero por otro lado, en el GRÁFICO 6 se puede ver la relación negativa[19] que existe entre el nivel de trabajo y el nivel de PIB per cápita. Esta diferencia entre los dos gráficos se podría ver explicada por la productividad marginal del trabajo que es decreciente. Puesto que si bien el PIB total aumenta con cada unidad extra de trabajo, el PIB per cápita en cambio disminuye. Ya que, el aporte promedio de cada trabajador a la producción es menor al agregar un trabajador más.

3.4 Inflación y Crecimiento Económico

Puesto que el PIB se mide tanto en términos reales como nominales, existe una medida implícita del nivel de precios en la economía. Si normalizamos los precios del período inicial a 1, si el valor nominal del producto es Y, y el real, que representa la cantidad, es y, tendremos que la cantidad multiplicada por el precio, P, debería ser el valor nominal del PIB ($Y = Py$). Donde P se conoce como el deflactor implícito del PIB. Es un deflactor porque, para transformar una variable nominal en real, se "deflacta" por un índice de precios (De Gregorio, 2007).

[18] El coeficiente de correlación entre las variables es de 0,176.
[19] El coeficiente de correlación entre las variables es de -0,228.

Pero el deflactor implícito no es el único índice de precios. De hecho, el índice de precios más usado, y que además se usa para medir el aumento del costo de la vida, es el índice de precios al consumidor (IPC) (De Gregorio, 2007).

Si IPC en una respectiva economía aumenta, eso quiere decir que el costo de la vida para las familias dentro de esa economía está aumentando. El cálculo de este índice en general se realiza a través de cinco etapas que son:

1. La fijación de la canasta donde se determina la importancia relativa de los productos, a través de encuestas de un año en hogares representativos.
2. Se determinan los precios para cada uno de los bienes y servicios.
3. Se calcula el costo de la canasta.
4. Se escoge un año base en que se realiza el registro del consumo de la familia representativa.
5. Se calcula el índice dividiendo el precio de la canasta de productos y servicios de cada año, por el precio de la canasta del año base y el resultado se multiplica por cien.

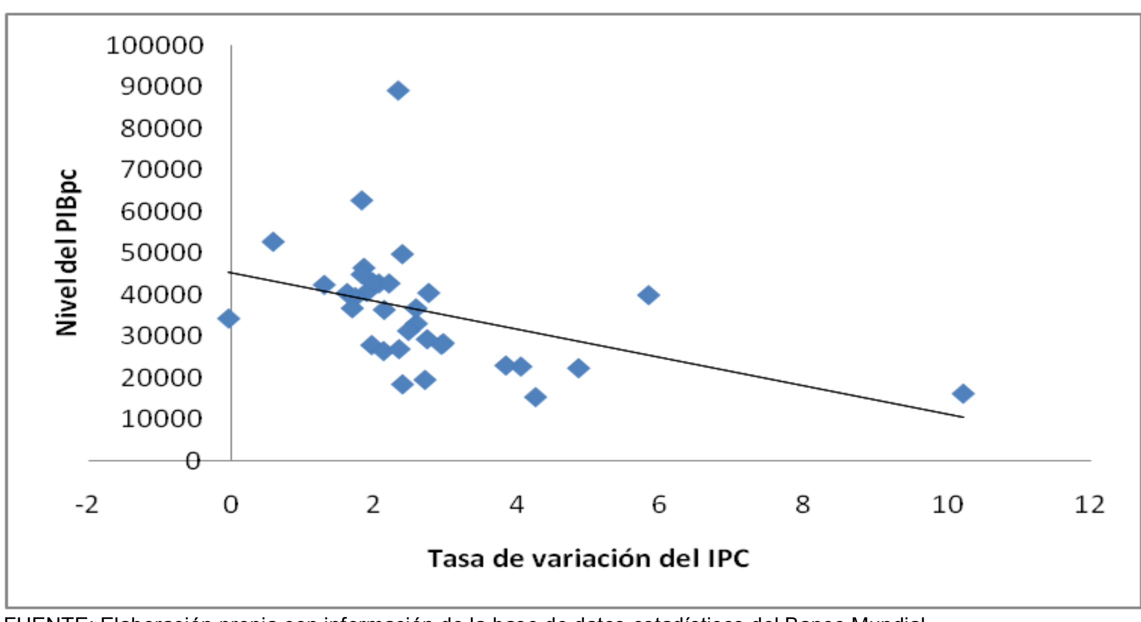
Dentro de las diferencias que existe entre el deflactor del PIB y el IPC se tiene que, el deflactor del PIB usa bienes que se producen en la economía, mientras que el IPC usa bienes que se consumen y no necesariamente son producidos en la economía. Por otro lado, el deflactor del PIB utiliza ponderaciones variables, donde el peso de un bien es su participación en la canasta del período[20], mientras que el IPC usa como ponderador la participación del bien en la canasta del año base[21]. Esto provoca que el IPC sobreestime el aumento del costo de la vida por el hecho de usar las ponderaciones fijas, es decir, que no considera el efecto de sustitución, pues frente a cualquier aumento de algún precio, el IPC considera que la persona mantiene el consumo de la misma canasta y en la misma cantidad que antes de la variación en el precio, pero la variación del IPC también subestima la disminución del costo de la vida en el caso de haber una baja de precios. Por otro lado, el deflactor del PIB subestima el aumento del costo de la vida, pues asumen que las personas van a consumir la canasta actual y que el sustituir no tiene costos en términos de utilidad (De Gregorio, 2007).

Desde hace años los países miembros de la OCDE han estado haciendo significativos esfuerzos para lograr bajar los niveles de inflación y mejorar las finanzas públicas. Esto con el fin de poder reducir los niveles de incertidumbre en la economía. La inflación puede ser considerada como un impuesto, en consecuencia, un alto nivel de inflación podría aumentar la rentabilidad requerida

[20] Este tipo de índices son conocidos como índices de Paasche.
[21] Este tipo de índices son conocidos como índices de Laspeyres.

para emprender un proyecto de inversión. Aunque por otro lado un aumento de la inflación se traduce en un costo más alto de tener dinero, por lo que, los agentes económicos tenderían a pasar su dinero a capital, lo que aumentaría la inversión derivando a su vez en un aumento del crecimiento económico, sin embargo el potencial de este efecto es limitado, ya que, los saldos monetarios son solo una pequeña fracción en el stock de capital, por lo que el efecto sería marginal. Además que un análisis realizado a las economías de la OCDE indicó que el coeficiente de correlación entre la inflación y el crecimiento económico sería en torno a un -0.69 (Bassanini, et al., 2001). En el mismo estudio de Bassinini, Scarpetta y Hammings (2001) realizado a las economías miembro de la OCDE se utilizó como variable para medir la inflación la tasa de variación del IPC, obteniendo como resultado una relación negativa y significativa[22] entre la variación del IPC y la tasa de crecimiento, como conclusión se obtiene que frente a un aumento de un 1% de la inflación la tasa de crecimiento económico cae en un 0.01%. Sumado a lo anterior de acuerdo al estudio realizado por Barro (2000) se obtiene como conclusión que existe una relación significativa y negativa[23] entre la tasa de variación del PIB per cápita y el ratio de inflación del deflactor del PIB. De lo que se deriva que con un aumento en un punto porcentual del deflactor del PIB provocaría una caída de 0.037 puntos porcentuales de la tasa de crecimiento económico.

GRÁFICO 7: RELACIÓN PIBPC/TASA VARIACIÓN IPC



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

En otros casos de estudios empíricos de los determinantes del crecimiento económico, como el caso de Barro (2002), es posible encontrar que existe una

[22] Con un coeficiente estimado de -0.01 (p-valor <0.01).
[23] Con un coeficiente estimado de -0.037 (p-valor<0.01).

relación negativa y marginalmente significativa[24] sobre el crecimiento económico, llegando a la conclusión de que cada vez que la inflación aumenta en un 1% la tasa de crecimiento económico cae en un 0.11%. Sumado a esto, también está el uso de la tasa de variación del IPC, en la investigación de Amate y Guarnido (2011), donde se ocupa como *proxy* de la tasa de inflación, logrando encontrar una relación negativa con un alto nivel de significatividad[25] en relación al crecimiento del PIB per cápita, lo que se traduce en que con un aumento de la inflación en un punto porcentual el PIB per cápita cae en 0.25%.

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 7 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, existe una relación negativa entre los niveles de inflación, medida con la tasa de variación del IPC, y los niveles de crecimiento para la muestra escogida de la presente tesis[26].

3.5 Instituciones y Crecimiento Económico

Según lo planteado por autores como Acemoglu y Robinson (2012) los países fracasan hoy en día porque sus instituciones económicas extractivas[27] no crean los incentivos necesarios para que la gente ahorre, invierta e innove. Las instituciones políticas extractivas apoyan a estas instituciones económicas para consolidar el poder de quienes se benefician de la extracción. Estas instituciones políticas y económicas, aunque varíen en detalles bajo distintas circunstancias, siempre están en el origen del fracaso de los países. Con este tipo de instituciones puede haber crecimiento pero este no será de carácter sostenido.

Las instituciones afectan la “eficiencia” de la economía de modo parecido a como lo hace la tecnología, ya que, una economía con malas instituciones (al igual que las economías con menos niveles de tecnología en su proceso productivo) es menos eficiente en cuanto utiliza más insumos para producir la misma cantidad. Entonces dos economías con similares características pero diferentes tipos de instituciones, una con instituciones relativamente más extractivas que la otra, la que tiene instituciones relativamente más extractivas tendrá un crecimiento menor, al igual que lo hace una economía con un nivel de tecnología menor. Además, las “malas instituciones” desincentivan la inversión (tanto en capital físico y humano como en tecnología), el trabajo y la producción (Sala-i-Martín, 2002).

---

[24] Con un coeficiente estimado de -0.109 (p-valor< 0.05).

[25] Con un coeficiente estimado de -0.25 (0.05<p-valor<0.1).

[26] Con un coeficiente de correlación entre las dos variables de un -0.415.

[27] Las instituciones políticas extractivas son instituciones que concentran el poder, promueven instituciones económicas extractivas y promueven un modelo social coercitivo. Por otro lado, las instituciones económicas de carácter extractivas no garantizan incentivos al emprendimiento ni a la igualdad de las oportunidades (Acemoglu & Robinson, 2012).

La calidad del sistema institucional a través del uso de índices e indicadores sugiere que la calidad del sistema institucional tiene un efecto indirecto sobre el crecimiento vía distintas variables, como por ejemplo los niveles de inversión, pero también existe evidencia de los efectos directos de las instituciones en el crecimiento, aunque con una relación un poco más débil. Los sistemas institucionales adecuados permiten optimizar los beneficios que se obtengan de las inversiones, facilitando el desarrollo de nuevas iniciativas brindando seguridad jurídica y estabilidad, evitando la apropiación indebida de los beneficios obtenidos, minimizando los costes de protección frente a prácticas irregulares y promulgando leyes que favorezcan la buena marca de la economía y haciéndolas cumplir. Por lo tanto, la presencia de instituciones más avanzadas derivará en una mayor inversión en capital físico y por ende en mayor crecimiento (Giménez & Sanaú, 2009).

Por instituciones se entienden los diversos aspectos de la aplicación de la ley (derechos de propiedad, estado de derecho, sistemas legales, paz, entre otros), el funcionamiento de los mercados (estructuras de mercado, políticas de competencia, apertura de mercados externos, capital y tecnología), conflictos sociales y desigualdad (la relación entre desigualdad y crecimiento ha sido ampliamente estudiada), instituciones políticas (democracia, libertad política, trastornos políticos, estabilidad política), el sistema de salud (la esperanza de vida es una de las variables de correlación más robustas con el crecimiento), instituciones financieras (como un sistema bancario o una Bolsa de Comercio eficiente) así como, instituciones estatales (tamaño de la burocracia, corrupción) (Sala-i-Martín, 2002).

Dentro de la forma de medición de las instituciones a través de las distintas economías, se encuentran variables como Índice de Libertades Civiles, que se trata de un índice que elabora la *ONG Freedom House* y que incluye valoraciones sobre libertad religiosa y de prensa, Estado de Derecho, derechos de asociación, humanos y económicos. Es un índice muy utilizado en los trabajos empíricos. También está el Índice de Derechos políticos que se trata de un índice que elabora la *ONG Freedom House* y que incluye valoraciones sobre elecciones libres e imparciales, múltiples partidos políticos, significativa oposición, dominación militar y autodeterminación de grupos minoritarios. El grado de utilización de este índice es elevado en los trabajos empíricos. Por otro lado también es posible encontrar el Índice de Libertad Económica que se elabora en el Instituto de investigación *Heritage Foundation* en conjunto con *Wall Street Journal* y que incluye valoraciones sobre la política comercial, carga impositiva del Gobierno,

intervención del Gobierno en la economía, política monetaria, flujos de capital e inversión extranjera, actividad extranjera, actividad financiera, control de precios y salarios, derechos de propiedad, regulación y actividad del mercado negro (Amate & Guarnido, 2011).

Se ha encontrado evidencia empírica, por citar el caso de Amate y Guarnido (2011), donde el índice de libertades civiles tiene una relación positiva y un alto nivel de significatividad[28] en relación al efecto sobre el crecimiento económico, concluyendo que cada vez que el índice de libertades civiles aumentaba en un 1%, el crecimiento económico aumentaba en 0.59% al ser medido por el PIB per cápita.

En el caso de Barro (2003), se utilizaron dos variables que indicaban el tipo de instituciones y como estas afectaban el crecimiento económico. La primera corresponde al imperio de la ley, la que se obtiene del *International Country Risk Guide*, donde se muestran distintos indicadores relacionados a la estabilidad política de las instituciones, donde se adaptó el indicador de 0 a 1, donde 1 corresponde al máximo respeto de la ley, mientras que 0 donde menos se respetaba o no existe nada de respeto por la ley. Concluyendo que existe una relación positiva y significativa[29] entre el imperio de la ley y el crecimiento económico, ya que, frente a un aumento de 0.26 puntos porcentuales en el indicador la tasa de crecimiento económico aumentaría en 0.018%.

El otro indicador en relación a las características de las instituciones, utilizado por Barro (2003), fue el de Democracia, donde 1 es una democracia completamente representativa y 0 sería un sistema completamente totalitario. Indicador que es extraído de la *ONG Freedom House*. En este estudio se incluye la variable de manera normal, y, estandarizada al cuadrado para tener un efecto no lineal sobre el crecimiento económico. Donde se concluyó que para la variable democracia existía una relación positiva y significativa[30] con la tasa de crecimiento, mientras que para la variable democracia al cuadrado se descubrió una relación negativa y significativa[31].

Lo anterior quiere decir que las economías que tienen altos niveles de democracia, un aumento en el índice no tiene un impacto tan grande o en la misma magnitud que lo hacen las economías menos democráticas. Por lo tanto, un aumento en la representatividad de la democracia en un punto porcentual, traerá un aumento

[28] Con un coeficiente estimado de 0.59 (0.05<p-valor<0.1).
[29] Con un coeficiente estimado de 0.018 (p-valor<0.01).
[30] Con un coeficiente estimado de 0.094 (p-valor<0.05).
[31] Con un coeficiente estimado de -0.087 (p-valor<0.05).

mayor en el crecimiento económico en la economía que es relativamente menos democrática que en la economía que es relativamente más democrática.

3.6 Desigualdad en el Ingreso y Crecimiento Económico

La distribución del ingreso ha sido una variable clave en las ciencias sociales, es así que la relación entre el crecimiento económico y distribución del ingreso continúa siendo objeto de debate en la economía, tanto en el plano teórico como empírico. La distribución del ingreso ha sido tradicionalmente una variable clave para los estudiosos de las ciencias económicas (Amarante, 2008).

Los incrementos en el comercio internacional con países en donde se pagan salarios bajos y los cambios en la tecnología han tendido a reducir la demanda de trabajadores no calificados y a incrementar la demanda de trabajadores calificados. Como resultado de lo anterior, los salarios de los trabajadores no calificados han disminuido en relación con los salarios de los trabajadores calificados. Este cambio en los salarios relativos ha incrementado la desigualdad en los ingresos de las familias (Mankiw, 2012).

Una medida de la distribución del ingreso que se utiliza comúnmente es el índice de pobreza. Este índice es el porcentaje de la población cuyo ingreso familiar está por debajo de un nivel absoluto llamado línea de pobreza. Esta línea de pobreza es determinada por el gobierno aproximadamente en tres veces el costo de proporcionar una dieta adecuada. Esta línea se ajusta cada año debido a las variaciones en los niveles de precios y también depende del tamaño de la familia (Mankiw, 2012). A pesar de esto, el crecimiento económico ha incrementado las rentas promedio de las familias, pero el aumento de la desigualdad en la gran mayoría de los países en vías de desarrollo no ha incluido a las familias más pobres dentro de este aumento en el crecimiento económico (Dornbusch, et al., 2004).

El crecimiento económico se ve afectado por un factor estructural del país, la distribución del ingreso. El supuesto es que una mayor desigualdad en la distribución del ingreso retarda el proceso de crecimiento de los países. La razón de lo anterior descansa en que, mientras menos equitativa es la distribución del ingreso, mayor es la probabilidad de conflicto social. Lo anterior deriva en mayor inestabilidad, lo que afecta negativamente a la inversión y a su vez al crecimiento. Una breve mirada a esta relación se ocupa realizando un índice de desigualdad en la distribución del ingreso, por medio del cociente entre la proporción del ingreso nacional que recibe el 20% más rico de la población y la proporción del ingreso que recibe el 20% más pobre. Encontrando, para países de Asia y América Latina,

una relación negativa entre este índice y la variación del PIB per cápita, lo mismo que ocurre con la relación que tiene con la inversión privada (Larraín & Vergara, 1992). Lo anterior solo es una aproximación, ya que, podrían estar influyendo otras variables.

La relación general de la desigualdad del ingreso con el crecimiento económico es bastante compleja. Por un lado, la relación que tiene con el PIB per cápita no es pareja. En ciertos estudios, utilizando el coeficiente de Gini como variable para medir la desigualdad, no se logra encontrar una relación estrecha con el crecimiento económico, esto principalmente por sus niveles de significancia (Barro, 2002).

La desigualdad en la distribución factorial del ingreso es una condición necesaria para el crecimiento económico, ya que, el ingreso debe concentrarse en los grupos con mayor propensión a ahorrar, lo que se traduce en un relación positiva entre la distribución factorial del ingreso y el crecimiento económico (Amarante, 2008).

En relación a la economía social y los problemas de la distribución de la renta, es posible encontrar algunos estudios que tratan de establecer la relación que existe entre la desigualdad en la distribución del ingreso y el crecimiento económico. Es así que, al momento de medir la distribución del ingreso se utiliza el Índice de Gini, que es un indicador que va entre 0 y 1, que a medida que el número se encuentra cada vez más cerca de 1 quiere decir que existe una peor distribución del ingreso en dicha economía. Actualmente existe diversa evidencia empírica en relación al sentido en el que la distribución de la renta provoca en el crecimiento económico. Está el caso donde el índice tiene un claro impacto sobre el crecimiento económico, con un nivel de significatividad menor al 1%, pero con un coeficiente estimado de 1.48 (Amate & Guarnido, 2011). Lo que dice que a medida que la distribución del ingreso empeora el crecimiento económico tendería a aumentar.

En otro estudio sobre los efectos de la desigualdad en los países de Latinoamérica y el Caribe, se descubrió que utilizando el índice de Gini como *proxy* para desigualdad junto al producto del índice de Gini con su nivel de ingreso, se detectó que el nivel de renta de la economía determinará si la desigualdad tendrá un efecto positivo en el crecimiento o negativo. Es entonces que la desigualdad tienen un efecto negativo sobre el crecimiento, con un coeficiente de -121.7 para el índice de Gini para los países con un bajo nivel de PIB, mientras que para los que tienen un alto nivel de PIB el índice de Gini tiene un efecto positivo sobre el crecimiento con un coeficiente de 17.02 (Amarante, 2008). Esto ocurre, incluso

dentro de una región que puede ser considerada relativamente homogénea, por lo que, la desigualdad parece asociarse de manera diferente con el crecimiento económico. También existe evidencia del uso del coeficiente de Gini con un nivel de significatividad (p-valor: 0.0274) alto y con un coeficiente negativo de 0.0703 (Larraín & Vergara, 1992).

La desigualdad siempre ha sido un tema complejo de medir, principalmente por la disponibilidad de los datos, tanto en su calidad como en su cantidad. La desigualdad puede ser medida por medio del ingreso bruto, ingreso neto o por medio del gasto, además puede ser en términos per cápita o por familia. Estas diferencias al momento de medir la desigualdad complican la comparación de los datos tanto a nivel internacional como inter-temporal. Esto genera que existan estudios donde se demuestra una relación positiva entre el coeficiente de Gini y el crecimiento, mientras que en otros estudios se encontraría una relación negativa, como se mencionó anteriormente. Lo anterior indica que, si bien la relación entre la desigualdad en la distribución del ingreso y el crecimiento económico está comprobada, existe ambigüedad en relación a como esta variable afecta al crecimiento, si acaso lo aumenta o lo disminuye. Dentro de la evidencia empírica, es posible encontrar que el coeficiente de Gini tiene una relación positiva, con un coeficiente estimado de 0.149, con el crecimiento económico, medido como la variación del PIB per cápita, lo que difiere con algunos estudios anteriores, demostrando que la relación entre la desigualdad y el crecimiento es ambigua. Esta relación se vería explicada, ya que, para disminuir la desigualdad el gobierno aumenta los ingresos fiscales por medio de los impuestos a la renta, los que utiliza para financiar el gasto público, lo que conduce a una mayor distribución igualitaria en los ingresos, derivada de un aumento en los impuestos y en desmedro del crecimiento económico. La diferencia en los estudios depende también de que tanto varia el coeficiente de Gini durante el periodo analizado, ya que, es una condición fundamental para realizar una regresión fiable (Li & Zou, 1998).

Estas diferencias entre los efectos de la desigualdad en el ingreso y el crecimiento económico se pueden explicar de la siguiente manera, según Barro (2000), el desarrollo económico considera en parte el cambio de personas y recursos desde la agricultura hacia el sector industrial. Las personas que se mueven experimentan un aumento en los niveles de renta per cápita, este cambio sucede a modo general en la economía y en la desigualdad. Este efecto inicial domina la expansión del tamaño del grupo rico relativamente pequeño de personas en el sector industrial urbano. Es entonces que en las etapas iníciales del desarrollo, la relación entre el nivel de producto per cápita y los niveles de desigualdad tienden

a ser positivos. Por otro lado, Barro (2000) agrega que a medida que el tamaño del sector agrícola disminuye, el principal efecto en la desigualdad es la continua urbanización por lo que los trabajadores pobres del sector agrícola están habilitados para unirse a la parte urbana relativamente más rica del sector industrial. Adicionalmente muchos trabajadores, quienes comenzaron en el fondo del sector industrial, tienden a mejorar en relación con los trabajadores ricos dentro del sector. La disminución del tamaño de la fuerza laboral del sector agrícola tiende a impulsar al alza los salarios relativos del sector. Estas fuerzas combinadas reducen el índice de desigualdad a modo general, por lo tanto, en etapas más avanzadas del desarrollo económico la renta per cápita y los niveles de desigualdad tienden a tener una relación negativa.

Por otro lado, un indicador también utilizado para medir la desigualdad en los países, es la pobreza. Específicamente el porcentaje de la población que vive con menos de dos dólares al día. En este sentido Amate y Guarnido (2011) demuestran la existencia de evidencia empírica de que la pobreza tiene un efecto negativo y significativo[32] sobre el crecimiento, concluyendo que a medida que la pobreza aumenta en un 1% la tasa del PIB per cápita cae en 1.5%.

Mientras que por el intento de encontrar un índice de desigualdad que explique de mejor manera la variable, Larraín y Vergara (1992) formaron un cuociente entre, la proporción del ingreso nacional que recibe el 20% más rico de la población y la proporción del ingreso que va al 20% más pobre de la población, encontrando una relación negativa con un alto nivel de significatividad[33] entre la variable y el crecimiento económico, llegando a la conclusión de que con un aumento de un punto porcentual en la desigualdad el crecimiento económico caería en un 0.007%.

3.7 Crecimiento de la Población y Crecimiento Económico

Un aumento de la población, lleva inevitablemente a un aumento en la cantidad total del factor trabajo. Por tanto, el crecimiento continuo de la población y de la cantidad de trabajo lleva a la expansión continua del factor trabajo. Entonces si la población está creciendo continuamente, la economía ya no tenderá hacia niveles constantes de capital y producción (Barro, et al., 1997).

El modelo neoclásico de crecimiento supone que la población crece a una tasa exógena n, es decir que, $L = L_0 e^{nt}$, donde L_0 es el nivel de población inicial. Esto

[32] Con un coeficiente estimado de -1.52 (p-valor<0.01).
[33] Con un coeficiente estimado de -0.007 (p-valor<0.01).

deriva en que el crecimiento per cápita está en función del capital per cápita o inversión per cápita, lo que quedaría expresado como $k = sf(k) - (\delta + n)k$ donde k es el nivel de capital per cápita, $sf(k)$ es el nivel de ahorro o inversión per cápita y δ es la tasa de depreciación del capital, es decir, que quedaría en función de la acumulación de capital y del nivel de depreciación y el crecimiento de la población, donde $(\delta + n)$ termina siendo la pendiente de la curva de depreciación, por lo que, k se deprecia a una tasa de δ, pero su nivel por unidad de trabajado cae en una tasa de n por el hecho de que la población crece (De Gregorio, 2007). Entonces un aumento en la tasa de crecimiento de la población se traduce en un aumento de la pendiente de la curva de depreciación de capital, lo que hace mover el estado estacionario de la economía hacia la izquierda, derivando en un estado estacionario menor, lo que se traduce en un nivel de producto per cápita más bajo, ceteris paribus todas las demás variables.

El crecimiento demográfico, en realidad, reduce el PIB per cápita aunque aumente el PIB. Parece confuso, pero más trabajadores se traduce en más producción, pero la producción no aumenta en manera proporcional. Esto se debe a los rendimientos decrecientes que tiene el factor trabajo, es decir, que si se aumenta en 1 punto el factor trabajo el PIB crecerá pero en menos de 1. Por lo tanto, al ser el crecimiento menos que uno, la producción crece menos rápido que el número de los trabajadores (ver GRÁFICO 5 y GRÁFICO 6). Algunos gobiernos comienzan a aceptar la necesidad de reducir el crecimiento demográfico. En algunos países, las autoridades intentan persuadir a la población del uso de anticonceptivos, mientras que en otros, se instituyen políticas que llegan a casos extremos como la esterilización forzada. A pesar de esto, muchas veces reducir el índice de crecimiento demográfico es una tarea, por lo bajo, muy difícil, donde las familias establecen un sistema de seguridad social, ya que, al tener hijos asegura que los padres tendrán quien los cuide en la vejez (Dornbusch, et al., 2004).

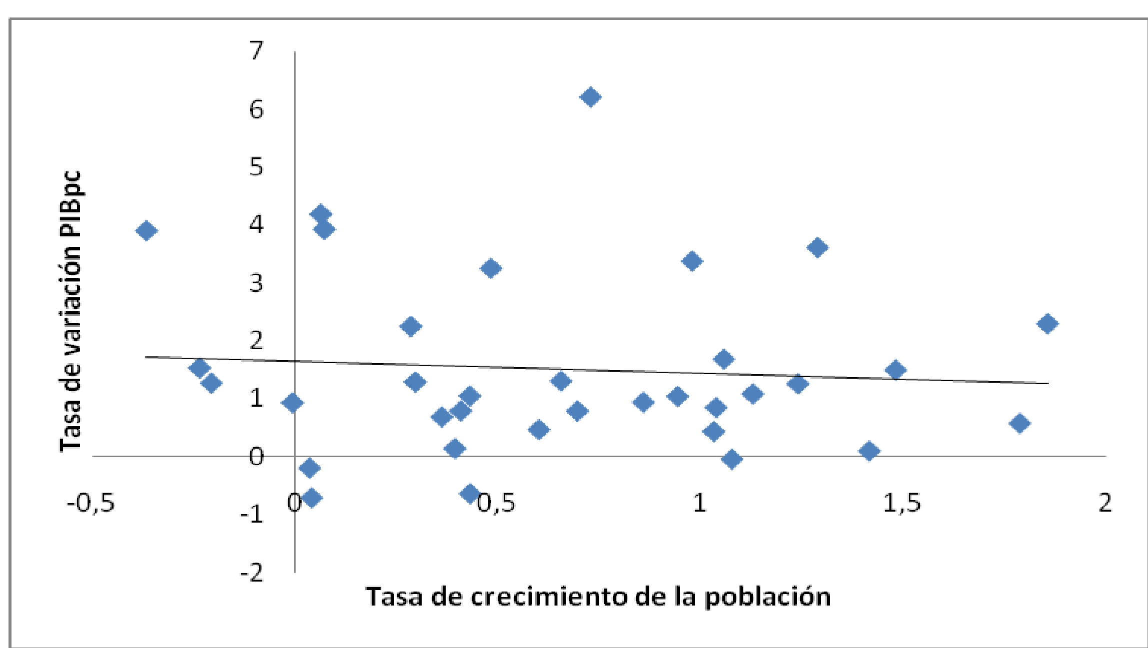
La tasa de crecimiento de la población implica un aumento de la población en una región, país o economía en un periodo determinado. Este dato normalmente refleja el número de nacimientos y defunciones ocurridos durante el periodo (Bird, 1961).

Utilizar la tasa de fertilidad como medida del crecimiento demográfico proporciona un mejor ajuste para las regresiones, además de que su coeficiente es más fácil de interpretar. Con un coeficiente negativo de 0.9, un incremento en un punto porcentual en la tasa de fertilidad promedio reducirá la tasa anual de crecimiento económico en cerca de un 0.9% (Cole, 2004). Sumado a lo realizado por Cole (2004) está el caso de Barro (2002), donde también utiliza la tasa de fertilidad total

como *proxy* de la variable del crecimiento de la población, logrando encontrar un efecto negativo y significativo[34] entre la tasa de fertilidad y el crecimiento económico. Concluyendo que por un aumento de un 1% en la tasa de fertilidad el crecimiento económico caería en 0.016%. Por lo tanto, según Barro (2002) parece existir un *trade off* entre una tasa de mayor crecimiento de la población, que estaría determinada en el largo plazo por la tasa de fertilidad, y la tasa de crecimiento del PIB per cápita.

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 8 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, existe una relación negativa[35] entre la tasa de variación del PIB per cápita y la tasa de crecimiento de la población.

GRÁFICO 8: RELACIÓN PIBPC/CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

En la misma línea de la fertilidad como *proxy* para el crecimiento de la población, se puede establecer a modo general que cualquier cambio relacionado con el aumento de los costos en la crianza de los hijos tiende a reducir la fertilidad y a su vez a aumentar el ahorro por persona. En efecto, la gente pasa de ahorrar dinero en la forma de crianza de niños a ahorrar en la forma de capital humano y físico, lo que a su vez tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico. Es entonces que Barro (1991) utiliza la fertilidad neta, como el número de niños que viven después de los 4 años de edad por mujer. Al utilizar este *proxy* se encuentra un efecto negativo con un alto grado de significancia[36] sobre el crecimiento económico, lo que confirma el efecto negativo de un aumento en la fertilidad sobre

[34] Con un coeficiente estimado de -0.0159 (p-valor<0.05).
[35] El coeficiente de correlación de estas variables es de – 0.0792.
[36] Con un coeficiente estimado de -0.0043 (p-valor<0.01).

el crecimiento económico, ya que, con un aumento de un 1% en la fertilidad el crecimiento económico caerá en 0.0043 puntos porcentuales. Luego Barro (2000), en otro estudio utiliza la tasa de fertilidad, donde encuentra un efecto negativo y significativo[37]sobre el crecimiento. Concluyendo que con un aumento en un punto porcentual en la tasa de fertilidad el crecimiento económico cae en un 0.025%.

Por otro lado, en algunos estudios se utiliza como indicador de la variable del crecimiento de la población, el crecimiento del grupo etario entre 15 y 64 años de edad (Bassanini, et al., 2001).

Otros estudios relacionados a los efectos del crecimiento de la población, muestran también negativas consecuencias sobre el crecimiento económico. Esto queda demostrado en que una reducción en 1% en el ratio del crecimiento de la población está asociada a un incremento del 0.5% del PIB per cápita. Mientras que un acelerado crecimiento de la población presenta un costo de oportunidad en relación al crecimiento económico, ya que, un rápido crecimiento del factor trabajo significa que más capital tiene que ser usado para equipar a la crecimiento fuerza de trabajo, lo que resulta en un crecimiento del capital por trabajador más lento (Ding & Knight, 2011).

Sumado a lo anterior, es posible encontrar más evidencia empírica en la investigación de Amate y Guarnido (2011), sobre los efectos del crecimiento de la población en el crecimiento económico. Utilizando la tasa de crecimiento anual de la población, se obtiene una relación negativa[38] entre la variable y el crecimiento económico, lo que se traduce a que si la población aumenta en un 1% el PIB per cápita caería en un 0.66%.

3.8 Política Fiscal y Crecimiento Económico

La política fiscal, corresponde a como el Estado define su nivel de gasto público y sus niveles de impuestos, es decir, que el gasto más los impuestos dan como el resultado de la política fiscal de cada país (Blanchard & Enrri, 2000).

Las decisiones de gasto e impuesto son dadas, es decir, que no existen teorías que expliquen los determinantes del gasto fiscal y que sean ampliamente aceptadas. Se han realizado importantes avances en esta área, como la incorporación de elementos de la economía política para estudiar la conducta del gobierno. Es entonces que se supone que el gasto del gobierno y los impuestos son variables de política económica, por lo que, se estudia los efectos de la política fiscal sobre el equilibrio macroeconómico (De Gregorio, 2007). El Estado

[37] Con un coeficiente estimado de -0.025 (p-valor<0.01).
[38] Con un coeficiente estimado de -0.66 (p-valor<0.05).

no se comporta con la misma regularidad que lo hacen los consumidores o las empresas, por lo que, no es posible formular una regla fiable para establecer los niveles del gasto fiscal y/o los niveles de impuestos, aun así el comportamiento del Estado es en buena parte predecible (Blanchard & Enrri, 2000).

De acuerdo a De Gregorio (2007) la definición de Gobierno corresponde a *"el responsable de la implementación de políticas públicas a través de la provisión de servicios que no tienen mercado y la transferencia de ingresos, apoyando principalmente por las recaudaciones obligatorias sobre otros sectores de la economía"*.

Las compras de bienes y servicios, realizadas por parte del Estado, comprenden artículos como los gastos destinados a la defensa nacional, la construcción de carreteras por parte de las administraciones regionales y/o locales, además de los salarios de los funcionarios públicos (Mankiw, 2006). Es importante tener en cuenta, que se le denomina compras de bienes y servicios al gasto público en bienes y servicios, ya que, el Estado realiza lo que se conoce como transferencias, que no es más que la entrega de dinero pero sin esperar a cambio ningún tipo de servicio. Este ítem se deja fuera porque la decisión de cómo gastar las transferencias es de otros agentes económicos. Por lo tanto, y las compras por parte del Estado se denomina gasto público[39] (Dornbusch, et al., 1999).

El nivel de deuda pública como porcentaje del PIB es un importante determinante del riesgo país. Es más probable que economías altamente endeudadas entren en problemas de pago, y por tanto, el costo del financiamiento será más alto que las economías relativamente menos endeudadas. Lo que a su vez deriva en un aumento del costo de financiamiento de las empresas dentro del país, con los consecuentes costos en términos de inversión y crecimiento (De Gregorio, 2007).

Claramente las actividades del Gobierno juegan un rol importante en el marco teórico de los distintos estudios en relación al crecimiento económico. Algunas de estas actividades tienen un carácter redistributivo y un objetivo social más amplio que el solo crecimiento económico. Al menos en el corto plazo los gobiernos y sus actividades, no están relacionadas estrictamente al crecimiento económico. Es por esto, que en términos generales, los impuestos podrían afectar las decisiones de inversión de los agentes económicos (Bassanini, et al., 2001).

En estudios empíricos sobre los determinantes del crecimiento económico mundial, como el realizado por Barro (2002), se ha determinado que el consumo

[39] Para el caso de Estados Unidos, dentro de su presupuesto federal, menos de la mitad se destina para la compra de bienes y servicios, es decir, que la mayor parte corresponde a transferencias.

del Gobierno tiene un efecto significativo y negativo sobre el crecimiento, por lo que, con un aumento en un punto porcentual del gasto del gobierno provocaría una caída de cerca de un 0.1% en la tasa de crecimiento. Por lo tanto, a medida que el gobierno aumenta su tamaño, con todas las demás variables constantes, tendrá un efecto negativo sobre el crecimiento económico.

De acuerdo al estudio realizado por Larraín y Vergara (1992) se encontró la existencia de evidencia empírica de que el consumo del Gobierno neto de los gastos en educación y defensa[40], como porcentaje del PIB tienen una relación negativa y significativa[41] sobre el crecimiento. Donde se concluye que frente a un aumento de un 1% en el ratio del gasto sobre el PIB, esto produciría una caída cercana al 0.139% de la tasa de crecimiento económico. Esto ocurre, ya que, el mayor consumo del Gobierno es muy probable que existan mayores impuestos y distorsiones (Larraín & Vergara, 1992). Otro estudio empírico realizado por Barro (1991) apoya el uso del consumo del gobierno menos el gasto en defensa y educación como porcentaje del PIB, encontrando un alto nivel de significancia[42] sobre el crecimiento económico, con una caída del 0.12% en la tasa de crecimiento económico en el caso de un aumento del 1% en el gasto. Sumado a lo anterior se encuentra lo realizado por Barro (2000), quien utiliza como *proxy* del consumo del Gobierno, el consumo menos el gasto en defensa y educación sobre el PIB, con un efecto negativo y significativo[43] sobre la actividad económica, concluyendo que con un aumento del 1% en el gasto del gobierno sobre el PIB, el crecimiento económico caería en un 0.164%.

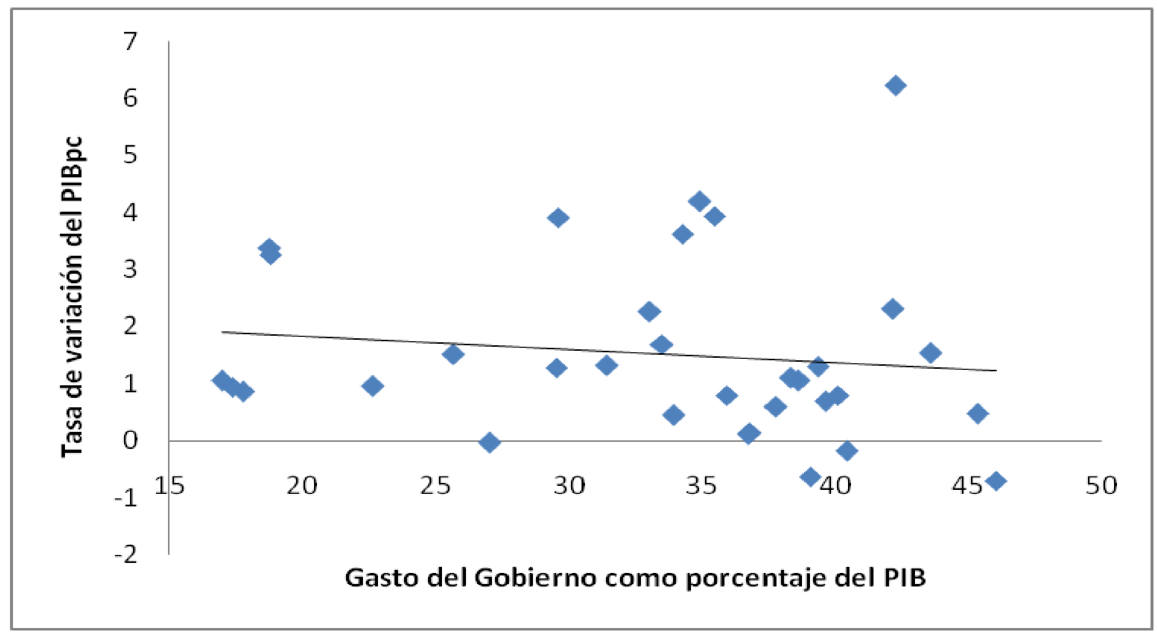
En un análisis realizado por Amate y Guarnido (2011) señalan que se ha descubierto que la actividad del sector público en algunos casos tiene resultados contradictorios. Mientras la presión fiscal, entendida como los ingresos impositivos en relación al PIB, que son destinados a la seguridad social, mejora los componentes del desarrollo económico. Por otro lado, al analizar el gasto público medido como todo el gasto no financiero que realiza el sector público en relación al PIB, se cuenta con un coeficiente estimado sobre el crecimiento económico negativo y significativo[44], por lo que un aumento en un 1% en el ratio del gasto del gobierno sobre el PIB afectará a la baja el crecimiento económico, específicamente haciéndolo caer en 0.32 puntos porcentuales. Lo que se traduce en que a medida que el tamaño del Gobierno aumenta lo hace en desmedro del

---

[40] Se ocupa este indicador neto de los gasto en educación y defensa, ya que, estos tienen más una naturaleza de inversión más que de gasto.
[41] Con un coeficiente estimado de -0.139 (p-valor<0.05).
[42] Con un coeficiente estimado de -0.12 (p-valor<0.05).
[43] Con un coeficiente estimado de -0.164 (p-valor<0.05).
[44] Con un coeficiente estimado de -0.32 (p-valor<0.01).

crecimiento económico. Una explicación para la diferencia de los efectos en el crecimiento entre el gasto público y la presión fiscal, es que probablemente el presupuesto público no estaría siendo gastado de manera eficaz (Amate & Guarnido, 2011).

GRÁFICO 9: RELACIÓN PIBPC/GASTO DEL GOBIERNO



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 9 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, existe una relación negativa[45] entre el gasto del Gobierno y la tasa de variación del PIB per cápita para la muestra escogida para la presente tesis.

3.9 Progreso Tecnológico y Crecimiento Económico

Como la función de producción presenta retornos decrecientes con respecto al capital, en el modelo neoclásico de crecimiento, cada unidad extra de capital aumenta la producción en una menor cantidad. Entonces cuando la economía se ubica a la izquierda del estado estacionario el capital crece a través del tiempo, pues cada unidad adicional de capital cubre la depreciación y además agrega capital al stock ya existente. Por otro lado, a la derecha del estado estacionario el capital se des acumula, ya que, los niveles de depreciación del capital son mayores a los niveles de inversión. Por lo tanto, no hay crecimiento en el largo plazo si es que no existe un aumento en la productividad (Barro, et al., 1997).

El desarrollo tecnológico es un proceso endógeno, influenciado por el entorno político y del mundo privado de los negocios. Por ejemplo el gasto del sector privado en innovación y desarrollo (I+D) resulta en varios desarrollos tecnológicos significantes. Esto sugiere que cualquier análisis cuantitativo de crecimiento debe

[45] Con un coeficiente de correlación entre las dos variables de un -0.1267.

tomar en cuenta las actividades en I+D como una nueva forma adicional de inversión y considerar posibles interacciones entre las diferentes formas de gasto y financiamiento en este concepto. Dentro de las formas utilizadas para medir el progreso tecnológico se utiliza el gasto en I+D como porcentaje del PIB. En este caso es posible identificar dos efectos diferentes, por un lado se tiene la inversión en innovación y desarrollo por parte del Gobierno, el cual tendría un efecto negativo sobre el crecimiento económico, mientras que el efecto sería diametralmente opuesto cuando se analiza la inversión en innovación y desarrollo por parte del sector privado, incluso si aumenta el componente privado de I+D en un 0.1% entonces el crecimiento económico aumenta entre un 0.3%-0.4%, para el caso de los países OCDE (Bassanini, et al., 2001).

Es así que los economistas piensan que la inversión en capital humano a modo general, y en un modo más particular la inversión en investigación y desarrollo, son claves para entender el crecimiento en el largo plazo (Dornbusch, et al., 2004).

Dentro de la evidencia empírica de los efectos del progreso tecnológico sobre el crecimiento económico, se ocupa como medida de este efecto el gasto que el sector público y el sector privado gastan en innovación y desarrollo como porcentaje del PIB. Y de acuerdo al estudio realizado por Amate y Guarnido (2011), existiría un efecto positivo y significativo del progreso tecnológico sobre el crecimiento económico.

3.10 Capital Humano y Crecimiento Económico

El trabajo aumento a lo que aumenta la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo la fuerza de trabajo se puede hacer más eficiente invirtiendo en capital humano. Por ejemplo, sacrificando trabajo y usando ese tiempo en estudiar se puede mejorar la calidad de la mano de obra, es decir, tener más capital humano. Es entonces que este capital humano per cápita crece dependiendo del tiempo dedicado a la educación y su eficiencia, lo que a su vez genera crecimiento permanente del ingreso per cápita sin necesidad de asumir que la productividad total de los factores crece exógenamente (De Gregorio, 2007).

En las economías industrializadas, la mano de obra directa o el factor trabajo es menos importante que las destrezas y habilidades de los trabajadores. Las reservas de estas habilidades se incrementan por medio de inversiones en lo relacionado al capital humano, es decir la escolaridad, capacitación laboral y otros, de la misma manera que la inversión física incrementa el capital físico. Incluso en

economías subdesarrolladas la inversión en salud puede ser considerada como mejoras en el capital humano (Dornbusch, et al., 2004).

El crecimiento vinculado al capital físico, mano de obra directa y capital humano, explica alrededor de un 80% de las variaciones del PIB per cápita en muchos países, lo que hace aún más importante la función de acumulación en el proceso del crecimiento (Dornbusch, et al., 2004). Además un estudio realizado por Mankiw, Romer y Weil (1992), concluye que el aporte de cada uno de estos tres factores es aproximadamente en la misma proporción (Mankiw, et al., 1992).

Invertir en capital humano, por ejemplo, altos gastos en educación y entrenamiento podrían jugar un rol más persistente en el proceso de crecimiento. Avances en el progreso tecnológico usualmente tienen una fuerte conexión con la educación. Esto se debe a que la educación no solo hace su contribución al crecimiento por medio del mejoramiento de las habilidades de la fuerza de trabajo, ya que, también lo hace vía innovación. Dentro de las variables que son utilizadas para medir la inversión en el capital humano está el promedio de años de escolaridad de la fuerza laboral, entre los 25 y 64 años de edad. Aunque esta variable es utilizada como un *proxy* para el capital humano, ya que, no considera el entrenamiento en el trabajo, experiencia y otros factores que potencialmente podrían influenciar el capital humano, aun así supone una mejora a como se venía midiendo anteriormente. La evidencia empírica señala para este caso, que un aumento en 1 año en el promedio de años de escolaridad resultaría en un incremento en el crecimiento económico entre 4-7%, lo que contrasta con otros estudios que no encontrarían relación con el crecimiento económico o una muy baja relación (Bassanini, et al., 2001).

En estudios que buscan identificar los determinantes del crecimiento económico se ha utilizado como variable para medir el capital humano el promedio de años de escolaridad para la población adulta, es decir, 15 años o más (Cole, 2004).

De acuerdo a lo realizado por Barro (2002), para una muestra de 84 países, en relación al capital humano inicial, es posible apreciar que tiene un coeficiente positivo y marginalmente significativo. En la investigación, el autor concluye una relación positiva y significativa, ya que, si la cantidad promedio de escolaridad aumenta en 1 año, entonces el crecimiento económico aumentará en 0.35%. Por otro lado, el autor también utiliza la esperanza de vida al nacer como *proxy* del capital humano inicial, en este caso se obtiene para el análisis desarrollado un coeficiente positivo y significativo[46], puesto que, si la esperanza de vida aumenta

[46] Con un coeficiente estimado de 0.0588 (p-valor< 0.05).

en 1 año el crecimiento económico aumentaría en 5.8%. Por lo que, una mejora en la salud también podría ser considerado como un componente del capital humano que predice el crecimiento posterior (Barro, 2002).

La evidencia empírica de la inversión en capital humano también muestra otros indicadores para medir la variable, como es el caso del ratio de matrículas en educación secundaria, donde cada vez que el ratio aumenta en un uno por ciento, este está asociado a un aumento en el crecimiento del PIB per cápita de alrededor de un 1.3% (Ding & Knight, 2011).

También existen ciertas investigaciones donde se considera como capital humano, la cantidad destinada a financiar la educación pública y el mismo capital humano como porcentaje del PIB, exactamente como determinantes de la variable que se ocupa para medir el capital humano, como es el caso de Giménez y Sanaú (2009), que utilizan al porcentaje de matriculados en educación secundaria como número bruto. En este caso la variable tiene un efecto significativo y negativo[47] sobre el crecimiento económico pero en un sentido distinto a lo que dice la teoría del crecimiento, ya que, si el gasto público en educación como porcentaje del PIB aumenta en un 1% el crecimiento económico cae en 0.00029 puntos porcentuales. Lo que debería ser en sentido contrario. (Giménez & Sanaú, 2009).

Larraín y Vergara (1992) en otro estudio que explica la relación entre el capital humano y el crecimiento económico, utilizaron como *proxy* del capital humano el porcentaje de alumnos en edad de educación primaria que efectivamente cursaban dicho nivel, encontrando una relación positiva y significativa[48], concluyendo entonces que a medida que el porcentaje de alumnos que cursaba el nivel que efectivamente tenían que cursar el crecimiento económico se veía incrementado en un 0.0353%.

Otro proxy utilizado por Xiaoquing (2005) para el capital humano es la inversión en salud, ya que, el si el capital humano reside en individuos sin salud, este capital humano no puede ser transformado en fuerza de trabajo eficiente y productiva. En el estudio se encuentra, que efectivamente, existe una relación positiva y significativa[49] en relación al crecimiento económico, donde el aumento de un punto porcentual de la variable se traduce en el crecimiento del PIB real en 0.368%.

Por otro lado, también existe evidencia empírica, donde se utiliza el ratio de matrícula secundaria y primaria como *proxy* para el nivel de capital humano, el que corresponde al número de estudiantes matriculados en los respectivos niveles

[47] Con un coeficiente estimado de -0.00029 (p-valor< 0.05).
[48] Con un coeficiente estimado de 0.0353 (p-valor< 0.05).
[49] Con un coeficiente estimado de 0.368 (p-valor< 0.05).

relativos al total correspondiente al grupo etario que debería cursarlos. En el estudio de Barro (1991) se encuentra que el crecimiento económico está positiva y significativamente relacionado con las variables de matrícula secundaria[50] y primaria[51]. Además de estos dos indicadores, también se pueden complementar con el ratio estudiante-profesor, que indica la cantidad de alumnos por profesor existentes, encontrando una relación negativa y significativa entre el coeficiente y el crecimiento económico. Lo anterior implica que si el coeficiente aumenta en un punto porcentual, entonces el crecimiento económico caería en un 0.49%, esto para el caso de la educación primaria, lo que va en relación con la teoría económica, ya que, un alto valor de la razón estudiante-profesor asume una baja calidad en la educación y este a su vez, asume un valor más bajo de capital humano. En el mismo estudio de Barro (1991) se analizó la relación de esta variable pero para la educación secundaria, donde se encontró un nivel de significancia con una relación positiva[52], lo que no tiene ningún sentido con la teoría. Sumado a lo anterior también se trató de complementar la medición del capital humano con la tasa de alfabetismo, pero la que solamente tenía sentido cuando en el modelo se utilizaban las variables de matrícula primaria y secundaria (Barro, 1991).

3.11 Mercado Financiero y Crecimiento Económico

La relación entre el desarrollo financiero y el crecimiento económico ha estado en constante debate. Diversos estudios han establecido que un sistema financiero profundo conduce a mejorar el desempeño del crecimiento. Por otro lado se ha intentado identificar los canales de transmisión desde la intermediación financiera hacia el crecimiento. El desarrollo financiero tiene dos efectos en el crecimiento económico. Por un lado, el desarrollo del mercado financiero doméstico podría mejorar la eficiencia de la acumulación del capital, es decir, que la productividad marginal del capital aumente o mejore. Por otro lado, la intermediación financiera puede contribuir al aumento de la tasa de ahorro, así aumentando la inversión y el crecimiento económico. Además, es necesario destacar que también favorecen a la inversión y al crecimiento económico las instituciones financieras, ya que, por medio de la recopilación y análisis de información de diferentes inversores potenciales, permite emprender proyectos de inversión más eficientes (De Gregorio & Guidotti, 1995).

Los economistas tienen un amplio conocimiento de que la movilidad de capital tiende a aumentar la tasa de convergencia, tanto en el caso de las economías

[50] Con un coeficiente de 0.0305 (p-valor< 0.01).
[51] Con un coeficiente de 0.025 (p-valor< 0.01).
[52] Con un coeficiente estimado de 0.00024 (p-valor< 0.01).

pobres como de las ricas. Si es que existe capital que no puede ser financiado por préstamos en el mercado mundial, como el capital humano, entonces las economías abiertas convergerían algo más rápido que las economías cerradas. Un ejemplo de lo anterior es lo que ocurre con los estados de Estados Unidos y las economías miembro de la OCDE (Barro, et al., 1992).

GRÁFICO 10: RELACIÓN PIBPC/CRÉDITO AL SECTOR PRIVADO

FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

En la investigación de De Gregorio y Guidotti (1995) se demuestra la relación que existe entre el crecimiento económico y los mercados financieros. Utilizando como *proxy* del nivel de intermediación financiera, el ratio del crédito del sector privado sobre el PIB. Donde se concluye una relación positiva a modo general y específico, solo cambiando el coeficiente estimado dependiendo de si los países son de ingresos bajos, medios o altos. En el caso de los países de ingresos bajo el coeficiente fue de 0.135, en los de ingreso medio fue de 0.044 y en los de ingreso alto fue de 0.009. Mientras que para toda la muestra, el coeficiente estimado fue de 0.018, esto quiere decir que la importancia del sector financiero sobre los efectos en el crecimiento económico es más importante en la economía a medida que los niveles de ingresos son más bajos. Lo interesante de esta investigación es que para comprobar que uno de los canales donde más afecta la intermediación financiera es la inversión, se realiza otra regresión, donde se excluye la variable explicativa inversión, aumentando el coeficiente estimado del crédito privado sobre el PIB a un 0.024. Lo anterior sugiere que cerca de un cuarto del efecto de la variable es transmitido por medio de la inversión, mientras que los tres cuartos restantes reflejan el efecto sobre la eficiencia en la inversión, es decir, aumentando la productividad marginal del capital. De otra manera, si la variable

aumenta en 10 puntos porcentuales, el crecimiento aumentará 0.18 puntos porcentuales vía eficiencia y 0.07 puntos porcentuales vía inversión.

En la investigación de Levine y Zervos (1998) se establecen indicadores para determinar la liquidez, tamaño, integración internacional y volatilidad de los mercados de valores. Además de establecer un indicador para la actividad bancaria y como estos afectan el crecimiento económico. Para medir el tamaño y el nivel de desarrollo del mercado se utiliza los niveles de capitalización en el mercado bursátil como porcentaje del PIB. Para la liquidez se utilizan dos indicadores, la *turnover*, que corresponde al valor de las transacciones domésticas transadas en el mercado doméstico como porcentaje del PIB. Un alto nivel de *turnover* está asociado a bajos costos de transacción, pero un mercado grande y poco activo, podría tener un alto nivel de capitalización pero un bajo nivel de *turnover*. El segundo indicador de liquidez corresponde al "*value traded*", que se encarga de medir el volumen de las acciones transadas en el mercado doméstico como porcentaje del PIB. Mientras el *value traded* captura el efecto relacionado con el tamaño de la economía, el *turnover* mide el tamaño relacionado a la bolsa de valores, entonces un mercado pequeño y líquido tendrá un alto *turnover* pero un pequeño *value traded*. El problema de este indicador es que se puede ver influenciado por un efecto precio sin que aumenten las transacciones. En cuanto a la integración internacional, se ocupan dos indicadores *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) y *Arbitrage Pricing Theory* (APT). La integración internacional es importante porque en mercados perfectamente integrados con el mercado financiero mundial, los capitales fluyen a través de las fronteras internacionales para equiparar los niveles de precios y de riesgo. Al existir controles o barreras, el precio y el riesgo serán diferentes internacionalmente. Mientras que en el caso de la volatilidad se utiliza la medida de la volatilidad de la rentabilidad.

La liberalización del mercado financiero local ha sido un tema de discusión, en términos de la tasa de interés, ya que, la liberalización conduciría al igualamiento de la tasa de interés real en el mercado doméstico y extranjero. Sin embargo la tasa de interés también tendrá implícito otros aspectos, como la flexibilidad en el tiempo, la madurez y el riesgo de los mercados (Balassa, 1989).

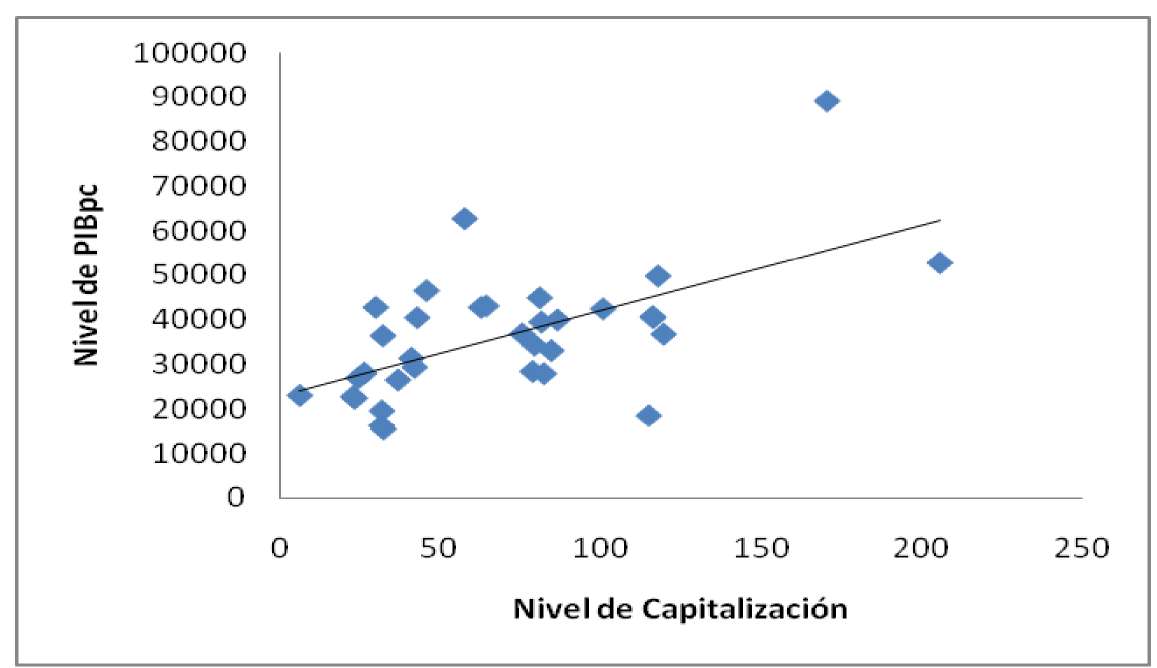
Existe evidencia empírica donde se ha utilizado el ratio del agregado monetario M2[53] y el PIB nominal, como medida para indicar el nivel de profundidad del

---

[53]La suma del dinero en circulación dentro de una economía más el saldo vivo de determinados pasivos de las instituciones financieras, que tienen un grado alto de liquidez. M1 es el efectivo en circulación más los depósitos a vista. M2 incluye M1, además de los depósitos a plazo fijo hasta 2 años. M3 incluye M2, más las cesiones temporales de dinero, la participación en los fondos de mercado monetario y los valores que no sean acciones y no tengan una vida superior a dos años.

mercado financiero. El problema de este indicador es que podría estar explicando el grado de monetización de la economía, más que el grado de profundidad financiera. Además este indicador en el largo plazo tiene un débil efecto sobre el crecimiento económico (Hachicha, 2005).

GRÁFICO 11: RELACIÓN PIBPC/CAPITALIZACIÓN



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

Por otro lado, en el mismo estudio de Levine y Zervos (1998), se utiliza el monto de créditos al sector privado de parte del sector bancario como porcentaje del PIB. Esto se hace para poder medir el desarrollo del sistema bancario.

Dentro de las variables utilizadas en la investigación de Levine y Zervos, existe colinealidad entre *turnover* y *value traded*, CAPM y APT, volatilidad y CAPM. Por otro lado, el número de créditos al sector privado como porcentaje del PIB se tiene una relación positiva y significativa[54] con el crecimiento económico, concluyendo que si la variable aumenta en un punto porcentual el crecimiento económico aumentaría en un 0.013%. De igual manera que para la relación existente entre la volatilidad del mercado y el crecimiento económico se tiene una relación positiva y significativa[55], lo que se traduce en que una disminución en un 1% el crecimiento económico caería en 0.015 puntos porcentuales. Mientras que para los niveles de capitalización se encuentra una relación positiva y significativa[56], al igual que para la relación entre el *turnover*[57] y el crecimiento económico. Como se aprecia todas las variables tienen un efecto positivo y significativo sobre la tasa de crecimiento del PIB per cápita.

[54] Con un p-valor < 0.005; con un coeficiente estimado de 0.0131.
[55] Con un coeficiente estimado de 0.015 (p-valor< 0.01).
[56] Con un coeficiente estimado de 0.0148 (p-valor< 0.01).
[57] Con un coeficiente estimado de 0.0269 (p-valor< 0.01).

Al apreciar en el GRÁFICO 10 y GRÁFICO 11 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, tanto los niveles de créditos al sector privado[58] y los niveles de capitalización[59] tienen una relación positiva con los niveles de PIB per cápita, lo que iría en una primera instancia a favor de la teoría que mientras más desarrollados estén los mercados financieros más altos podrían ser sus niveles de crecimiento, por el momento.

En un planteamiento distinto, existen autores que plantean que la liberalización del mercado de capitales (LMC) ha generado un riesgo mayor y ha hecho que para las economías en desarrollo sea más difícil alcanzar la estabilidad macroeconómica, además de que no cumpliría el cometido de incentivar que las economías alcancen un crecimiento más rápido. Cuando se analiza los efectos que la liberalización podría tener sobre el crecimiento económico, es importante reconocer que la entrada de capitales podría tener un efecto positivo en el corto plazo, pero negativo en el largo. En el corto plazo, cuando los capitales entran en una economía donde no se estaba utilizando los factores productivos, el capital que se agrega a la economía podría estimular una recuperación. El problema está en el largo plazo, cuando la LMC debe hacer que la entrada de capitales vaya dentro de la inversión y no al consumo. En los casos donde la entrada del capital se ha desviado al consumo en lugar de la inversión, la LMC aumenta la inestabilidad macroeconómica, y la estabilidad está asociada con grandes diferencias entre el PIB potencial[60] y su actual PIB. Porque la economía normalmente opera bajo su máximo de capacidad potencial, productividad, utilidad y los incentivos para los inversionistas son más bajos. Además de que aumenta el retorno exigido de los inversionistas, limitando así el nivel de la inversión en el largo plazo. (Ocampo, et al., 2008).

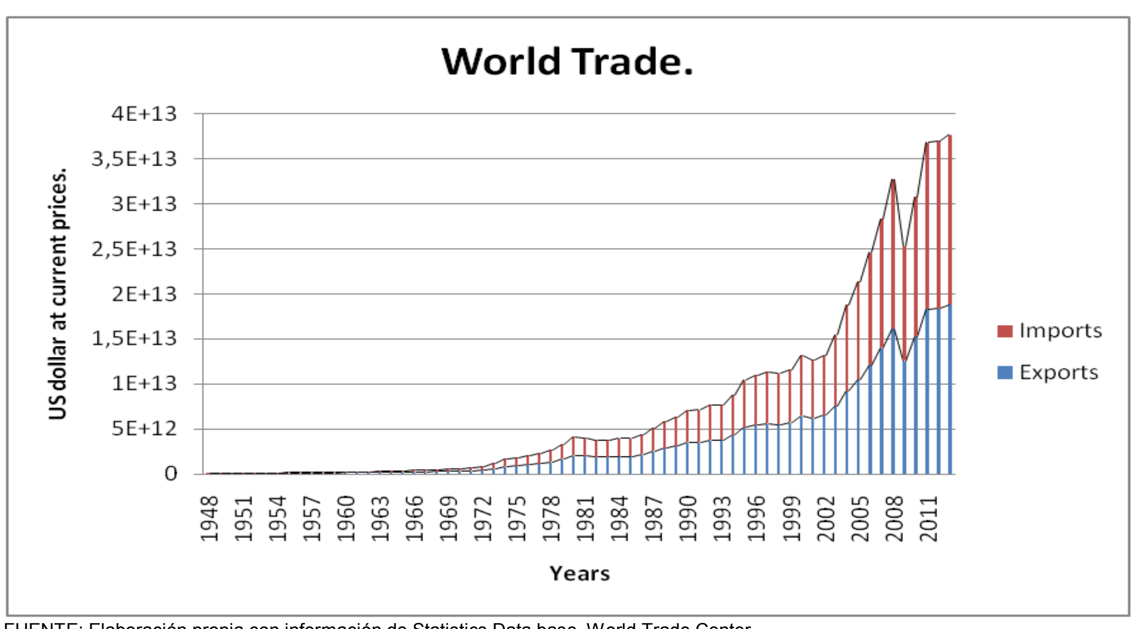
3.12 Comercio y Crecimiento Económico

El comercio es una parte vital de la actividad económica mundial hoy en día, con un mundo cada vez más globalizado y conectado (ver GRÁFICO 12). Las economías generan interdependencia entre ellas, lo que puede ser visto en que muchas personas dependen de diferentes bienes y servicios que otras personas producen y proveen desde otras partes del mundo. Esto ocurre principalmente debido a la especialización de las distintas economías y/o industrias, las que se enfocan en la producción de bienes y servicios donde son más eficientes.

[58] Con un coeficiente de correlación entre las dos variables de un 0.421.
[59] Con un coeficiente de correlación de 0.599.
[60] A toda capacidad en el uso de sus factores.

La importancia del comercio como determinante del crecimiento económico mundial es ampliamente reconocida. La fuerte expansión del comercio mundial de las décadas de 1950 y 1970 contribuyó significativamente al rápido crecimiento de las economías industrializadas. La experiencia de las economías del sudeste asiático indicaría la existencia de una correlación positiva entre la expansión del comercio internacional y la tasa de crecimiento de la actividad económica. La relación entre un mayor crecimiento económico y el comercio internacional se remonta a los tiempos de David Ricardo, ya que, existe una ganancia en los niveles de productividad derivados de la mayor especialización de las distintas economías (Rojas, et al., 1997).

GRÁFICO 12: NIVEL DE COMERCIO MUNDIAL 1948-2013



FUENTE: Elaboración propia con información de Statistics Data base, World Trade Center.

Las ventajas de la especialización y el comercio se basan en la ventaja comparativa[61] y no en la ventaja absoluta[62]. Cuando las personas se especializan en producir aquel bien en el que tienen ventaja comparativa, el total de la producción de la economía se incrementa y el aumento en el tamaño del bienestar económico puede utilizarse para mejorar el bienestar de todos (Mankiw, 2012).

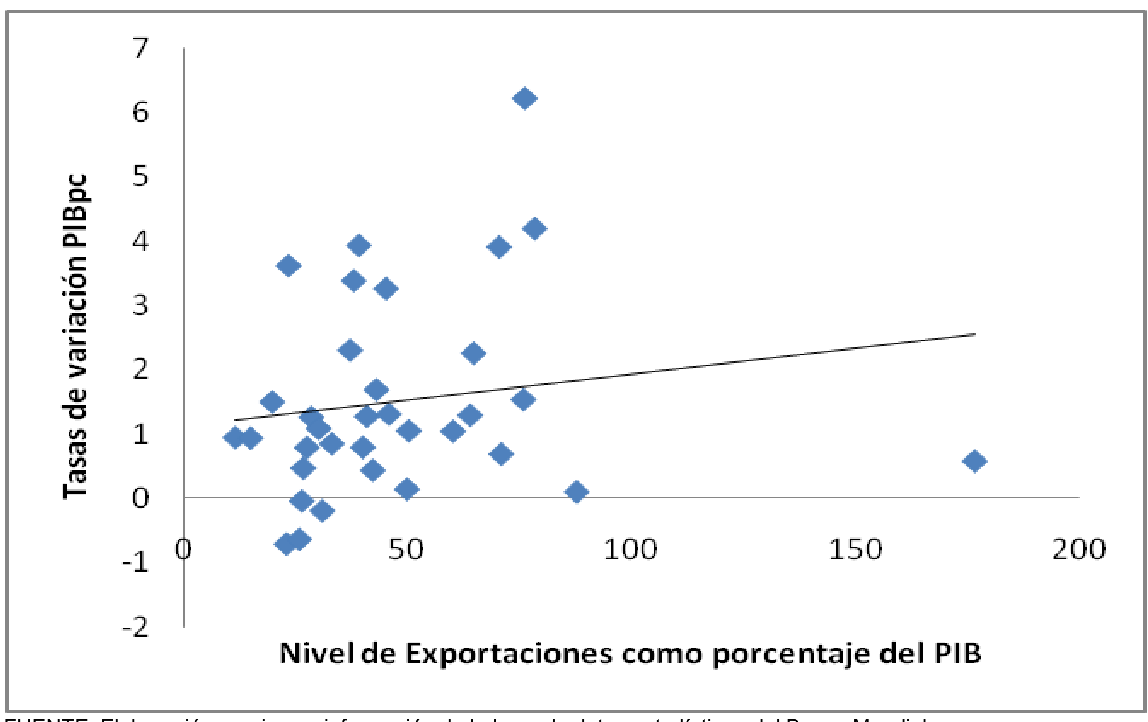
El comercio promueve la especialización, y a su vez esta promueve la productividad. En el largo plazo el comercio internacional y la mayor productividad elevan los niveles de vida de todos los países. Poco a poco los países han entendido que abrir sus economías al sistema de comercio global es la ruta más segura a la prosperidad (Samuelson & Nordhaus, 2010).

El comercio tiene sustento hoy en día por razones prácticas, ya que, una de las fuentes del comercio es la diversidad en las posibilidades de producción de las

[61] Habilidad para producir un bien con un costo de oportunidad más bajo que otro productor.
[62] Habilidad que se tiene para producir un bien usando menos insumos que otro productor.

diferentes economías, esta heterogeneidad refleja de cierto modo las diferencias que existen en la respectiva dotación de recursos naturales con los que cuentan. Otra razón que sustenta la existencia del comercio internacional son los diferentes gustos y preferencias que tienen las distintas economías, incluso si las distintas economías, regiones y/o países tuvieran una misma matriz productiva, es decir, los mismos recursos relativos, estos podrían realizar comercio entre ellos, en el caso en que sus gustos por los bienes fueran diferentes. También las diferencias en los precios de los bienes y servicios determina el comercio, es decir, la diferencia de los costos de producción. Esto se debe a que las compañías que se esfuerzan por competir con eficiencia luchan por encontrar los segmentos de la cadena de producción que puedan ubicar sus fábricas en economías que tengan costos más bajos. Una característica importante en el mundo actualmente, es que algunos países cuentan con economías de escala, es decir, tienden a tener costos de producción más bajos a medida que se aumenta el volumen de producción (Samuelson & Nordhaus, 2010).

GRÁFICO 13: RELACIÓN PIBPC/EXPORTACIONES



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

Es posible encontrar estudios, como el de Barro (2002), que utilizan la apertura comercial como indicador del comercio, con resultados significativos y positivos[63] sobre el crecimiento económico, utilizando como *proxy* la suma de las importaciones y exportaciones sobre el PIB para medir la apertura comercial, concluyendo que si la apertura comercial aumenta en un 1% el crecimiento económico aumentaría en un 0.015%. Otro estudio que apoya el uso de esta

[63] Con un coeficiente estimado de 0.0149 (p-valor< 0.01).

variable es el de Amate y Guarnido (2011), donde encuentran una relación positiva y significativa[64] sobre el crecimiento económico, donde se deriva que con un aumento de un punto porcentual en la apertura económica el crecimiento económico aumentaría en cerca de 0.99 puntos porcentuales.

GRÁFICO 14: RELACIÓN PIBPC/NIVEL DE COMERCIO

Tasa de variación del PIBpc

Nivel de comercio como porcentaje del PIB

FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

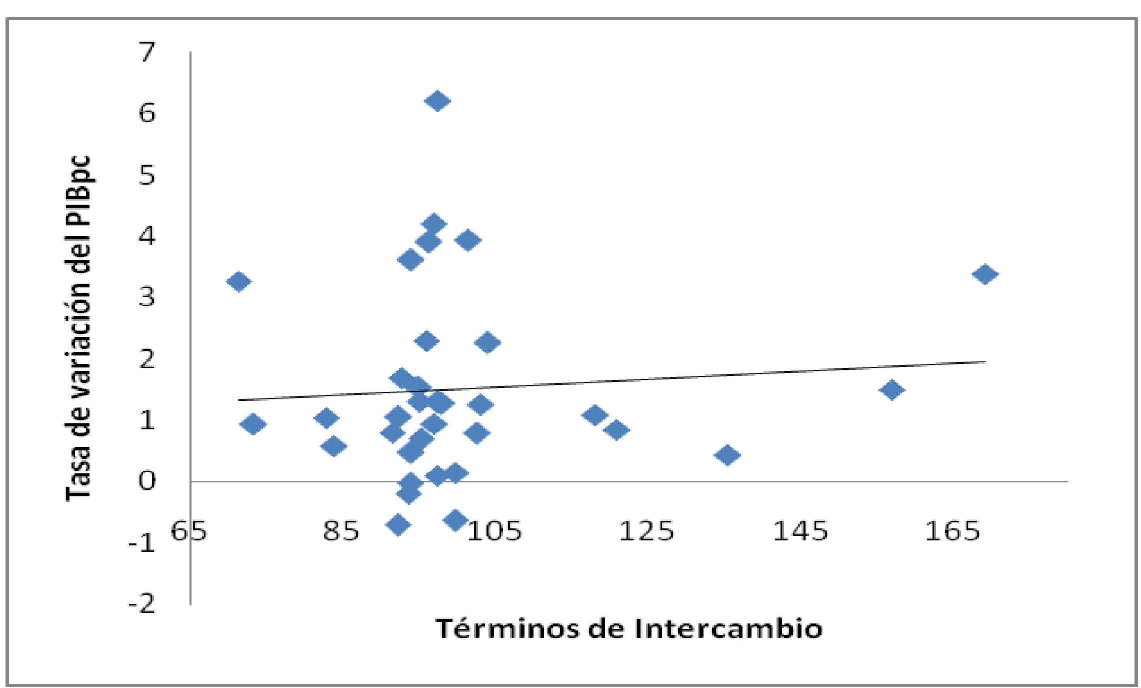
Barro en el año 2002 utiliza los términos de intercambio para medir el comercio internacional, relación que en su investigación posee resultado significativo al 5% sobre el crecimiento económico. Otra evidencia en relación al efecto de los términos de intercambio, es la investigación realizada por Amate y Guarnido (2011), que para medir como el comercio internacional influye en el crecimiento económico, usa la relación porcentual de los precios de las exportaciones sobre los precios de las importaciones, encontrando un nivel de significancia alto y positivo[65] entre la variable y el crecimiento económico, estableciendo que un aumento en un 1% provocaría un incremento en el crecimiento económico de cerca de un 0.88%. Mientras que en la misma línea de los términos de intercambio como *proxy* para el comercio internacional y la apertura, es que en la investigación de Barro (2000), se encontró de igual manera una relación significativa y positiva[66] entre esta variable y el crecimiento económico, donde se encuentra evidencia empírica que un aumento de un punto porcentual provocaría un aumento de un 0.164% en la tasa de crecimiento económico.

---

[64] Con un coeficiente estimado de 0.99 (p-valor< 0.05).
[65] Con un coeficiente estimado de 0.88 (p-valor< 0.05).
[66] Con un coeficiente estimado de 0.164 (p-valor< 0.05).

Existen otros indicadores como el ratio de las exportaciones sobre el PIB, donde se ha evidenciado que un incremento en un uno por ciento del ratio conduce a un incremento del PIB per cápita de unos 0.08 puntos porcentuales. De acuerdo con reporte de la Comisión de Crecimiento y Desarrollo (2008), un floreciente sector exportador es un importante ingrediente para un crecimiento alto y sostenido, especialmente en el comienzo. En la teoría de crecimiento endógeno, el comercio internacional, especialmente las exportaciones, es visto como una importante fuente de aumento de capital humano, de cambio tecnológico y de las distribución del conocimiento entre los países (Ding & Knight, 2011).

GRÁFICO 15: RELACIÓN PIBPC/TÉRMINOS DE INTERCAMBIO



FUENTE: Elaboración propia con información de la base de datos estadísticos del Banco Mundial.

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 13, GRÁFICO 14 y GRÁFICO 15 para el promedio de las economías miembro de la OCDE, entre los años 2003 y 2012, tanto los niveles de exportaciones como porcentaje del PIB[67], la apertura comercial que corresponde a la suma de las importaciones y las exportaciones como porcentaje del PIB[68] y los términos de intercambio[69], tienen una relación positiva con los niveles de crecimiento, específicamente con la tasa de variación del PIB per cápita. Estos resultados a priori se condicen con la teoría económica y de crecimiento expuesta en este marco teórico.

[67] Con un coeficiente de correlación con el crecimiento económico de 0.159.
[68] Con un coeficiente de correlación con el crecimiento económico de 0.19.
[69] Con un coeficiente de correlación con el crecimiento económico de 0.0808.

IV HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Dame lo que necesito y tendrás lo que deseas, es el sentido de cualquier clase de oferta, y así obtendremos de los demás la mayor parte de los servicios que necesitamos.

Adam Smith

Las hipótesis de la presente investigación están en función de lo expuesto anteriormente en la sección del marco teórico, donde fueron analizadas cada una de las variables de la investigación y cómo estas afectan al crecimiento económico. A continuación se presentarán hipótesis relacionadas con los objetivos y preguntas de investigación.

Hipótesis 1: El nivel de producción del periodo anterior (n – 1) tiene una relación inversamente proporcional con el nivel de actividad económica del periodo actual, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 2: La relación que existe entre el nivel de actividad económica y los niveles de inversión es directamente proporcional, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 3: Existe una relación inversamente proporcional entre la tasa de desempleo y la actividad productiva, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 4: Existe una relación negativa entre el coeficiente estimado de la inflación y el nivel de actividad económica agregada, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 5: En la medida en que las instituciones de un país sean más confiable he incentiven la actividad económica y las buenas prácticas, éstas tendrán un efecto directamente proporcional sobre la actividad económica, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 6: Existe una relación inversamente proporcional entre desigualdad y crecimiento económico, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 7: Se espera que el crecimiento de la población tenga un efecto negativo sobre el crecimiento económico, es decir, una relación inversamente proporcional, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 8: Se espera que Gobiernos con un gasto muy alto, tengan un efecto negativo sobre la inversión. Es decir, que el gasto del Gobierno y la actividad económica tendrán una relación inversamente proporcional, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 9: Se espera que las variables proxy que miden el progreso tecnológico tengan una relación directamente proporcional con el crecimiento económico, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 10: En relación al capital humano y el crecimiento económico, se espera que tengan una relación directamente proporcional, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 11: En la medida que exista un mercado financiero más desarrollado existirá una relación directamente proporcional con la actividad económica, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 12: Se espera que el comercio internacional tenga una relación directamente proporcional con la actividad económica agregada, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 13: Se espera que exista una relación positiva entre el nivel de eficiencia y el crecimiento económico, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Hipótesis 14: Las economías que son más eficientes, tendrán un uso relativo menor de los factores productivos determinantes para el crecimiento, que aquellas que son menos eficientes, para los países miembros de la OCDE en el periodo 2003-2012.

V METODOLOGÍA

Es un error garrafal teorizar antes de tener datos. Sin darse cuenta, uno comienza a forzar los hechos para que encajen en las teorías, en lugar de ser las teorías las que se encajen en los hechos.

Sherlock Holmes

5.1 Análisis de Datos

En esta sección se presentan los datos utilizados para cada variable del marco teórico, además se explicita la fuente de donde se obtiene, la forma en la que se miden, y la temporalidad para los que han sido considerados. En algunos casos. Y de acuerdo a lo mencionado en el marco teórico, las variables tienen más de un indicador para ser medidos. Para un mayor detalle de las variables, en la sección anexo 1 se puede encontrar una descripción de las mismas. Los datos para poder realizar el presente trabajo empírico, han sido obtenidos de las bases estadísticas del Banco Mundial, Organización Mundial del Trabajo (OMT), OCDE, Banco Central de Chile, Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), Stockholm International Peace Research Institue (SIPRI), UNESCO, Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización Mundial del Comercio (OMC), Fundación Heritage y The Wall Street Journal.

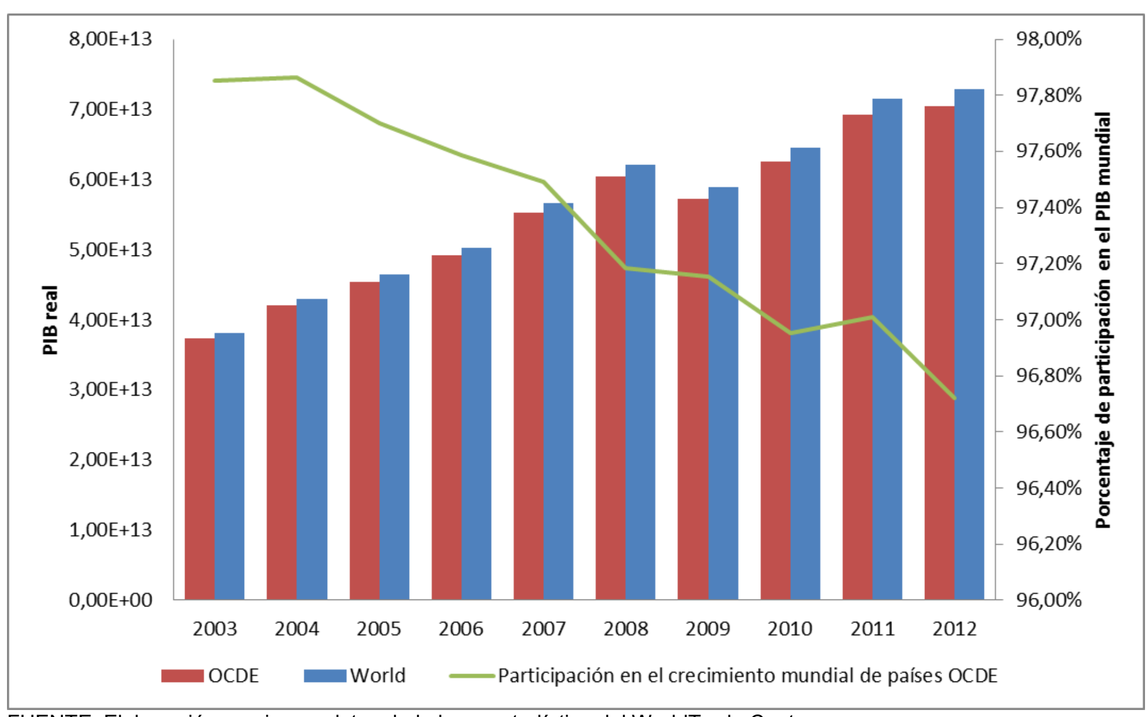
El análisis empírico se realiza para las 34 economías miembros de la OCDE (ver Tabla 1), durante un periodo de diez años, el que se ubica entre los años 2003 y 2012.

TABLA 1: PAÍSES MIEMBRO OCDE

PAÍSES MIEMBRO OCDE	
ALEMANIA	ISLANDIA
AUSTRALIA	ISRAEL
AUSTRIA	ITALIA
BÉLGICA	JAPÓN
CANADÁ	LUXEMBURGO
CHILE	MÉXICO
COREA	NORUEGA
DINAMARCA	NUEVA ZELANDA
ESLOVENIA	PAÍSES BAJOS
ESPAÑA	POLONIA
ESTADOS UNIDOS	PORTUGAL
ESTONIA	REINO UNIDO
FINALANDIA	REPÚBLICA CHECA
FRANCIA	REPÚBLICA ESLOVACA
GRECIA	SUECIA
HUNGRÍA	SUIZA
IRLANDA	TURQUÍA

Como es posible apreciar en el GRÁFICO 16, estas 34 economías son responsables de gran parte del crecimiento o actividad económica mundial, ya que, considerando el PIB mundial como un 100% de la producción en cada año, la producción de las economías OCDE equivale a más del 96% de la misma, durante el periodo de evaluación. Con una participación relativa de un 97.85% en el año 2003 y un 96.72% en el año 2012.

GRÁFICO 16: PARTICIPACIÓN OCDE EN EL PIB MUNDIAL 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia con datos de la base estadística del WorldTrade Center.

El modelo general incluye como variable endógena el crecimiento económico, que puede ser medido indistintamente utilizando el nivel de PIB per cápita o con la tasa de variación del PIB real. Por otro lado, en concordancia al objetivo de la investigación y la revisión de la literatura, los factores determinantes del crecimiento económico en el modelo son las siguientes: (i) Inversión, la que es medida por la formación de bruta de capital como porcentaje total del PIB. (ii) Trabajo, la que es medida por medio de la tasa de desempleo. (iii) Inflación, que se mide por medio de la variación porcentual del IPC y por el deflactor implícito del PIB. (iv) Desigualdad, que se mide con el coeficiente de Gini. (v) Crecimiento de la población, que se mide con dos variables, con la tasa de fertilidad anual y con la tasa de crecimiento demográfico. (vi) Gasto neto del Gobierno, que se mide con el gasto del Gobierno como porcentaje total del PIB, descontado el gasto en defensa y en educación como porcentaje total del PIB. (vii) Progreso tecnológico, que se mide con dos variables, el gasto en innovación y desarrollo como porcentaje total del PIB y el número de solicitud de patentes. (viii) Capital Humano, que se mide con seis variables, el nivel de esperanza de vida, la tasa bruta de matrícula (TBM) en la educación primaria, la tasa bruta de matrícula en la educación (TBM) secundaria, el porcentaje de la población entre 25 y 64 años con educación terciaria, la proporción de alumnos por docentes y el porcentaje de población activa con educación terciaria. (ix) Mercado financiero, que es medido con tres variables, el nivel de crédito provisto por el sector bancario al sector privado como porcentaje total del PIB, nivel de capitalización[70] como porcentaje total del PIB, el

[70]Es el precio de las acciones multiplicado por la cantidad de acciones en circulación.

número de compañías que cotizan en bolsa y la tasa de crecimiento anual promedio de M2[71]. (x) Apertura comercial, que es medido con tres variables, las exportaciones de bienes y servicios como porcentaje total del PIB, las exportaciones más las importaciones de bienes y servicios como proporción total del PIB y el índice de neto de relación de intercambio. (xi) Instituciones, que es medido por el índice Heritage, el cual mide el índice de libertad económica, con valores de 0 a 100, donde los valores más altos suponen mayor libertad económica, mientras que los más bajo suponen menos libertad económica. También se utiliza el índice de libertad frente a la corrupción, que es parte del índice Heritage, el cuál va de 0 a 100, donde valores altos implican menos corrupción en las instituciones, mientras que valores cercanos a cero muestran instituciones más corruptas, y finalmente los derechos de propiedad, que también es un índice que forma parte del índice Heritage y que va de 0 a 100, donde valores cercanos a 100 se traduce en un mayor respeto por la propiedad intelectual. Las variables presentadas serán iteradas con el fin de encontrar el modelo que mejor se ajuste al contexto en estudio.

5.2 Especificación del Modelo Econométrico

En el análisis de la información económica, social, empresarial, y comercial pueden existir diferentes dimensiones sobre las que se quieren obtener conclusiones, las que son derivadas de modelos que tratan de extraer relaciones de causalidad o el comportamiento que puede existir entre diferentes tipos de variables, utilizando los diferentes datos disponibles como encuestas o bases de datos. Los modelos econométricos más generales son los correspondientes los modelos econométricos de corte transversal, series de tiempo y datos de panel, los que son utilizados dependiendo de la naturaleza de los datos y de la información que se quiera extraer de los mismos (Perez, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, y con los datos descritos anteriormente, es que serán probados grupos de modelos econométricos en esta sección. i) Inicialmente se especificará un modelo de corte transversal para el periodo del año 2003 y otro para el periodo del año 2012, con el objeto de tener una mirada descriptiva de la situación bajo estudio. ii) Se especificará un modelo de la misma naturaleza, de corte transversal, para los mismos dos años, 2003 y 2012, pero ahora ambos años estarán en el mismo modelo, incluyendo una variable dicotómica para el año 2012,

[71]Corresponden al dinero y cuasi dinero que comprenden la suma de dinero fuera de los bancos, depósitos a la vista no realizados por el Gobierno central, y los depósitos a plazo, de ahorro y en moneda extranjera por parte de sectores residentes distintos del Gobierno central. Esta definición corresponden a las líneas 34 y 35 de las Estadísticas Financieras Internacionales (EFI) del Fondo Monetario Internacional (FMI).

la que será utilizada para identificar los efectos de los años transcurridos en el modelo. iii) Finalmente se especificará un modelo de datos de panel, para identificar cuáles son las variables que determinan el crecimiento económico para la muestra, ya que, la muestra contiene observaciones de diferentes individuos en diferentes momentos del tiempo. La idea de estos tres tipos de modelamiento es demostrar el cambio de los coeficientes estimados de las variables en el tiempo, para el caso de los modelos de corte transversal y con variable ficticia. Mientras que para el caso del modelo de datos de panel, el objetivo es identificar la heterogeneidad de cada economía.

5.3 Modelo econométrico de Corte Transversal

Dentro de las estructuras de datos más importantes, en el trabajo en economía aplicada, tenemos los datos de corte transversal o datos de sección cruzada. Un conjunto de datos de corte transversal es una muestra que puede estar compuesta por individuos, familias, universidades, empresas, instituciones, ciudades, estados, países u otro tipo de unidades muy variadas, que son seleccionadas en un momento determinado de tiempo (Greene, 1999) (Perez, 2015).

Una breve descripción de la metodología de los modelos econométricos de corte transversal y sus respectivos supuestos son descritos en la sección de anexos 2.

Luego de la revisión del marco teórico, la especificación del modelo econométrico de Corte Transversal queda de la siguiente manera:

Ecuación 1

$$y_i = \beta_0 + \beta_1(conver)_i + \beta_2(I)_i + \beta_3(U)_i + \beta_4(infl)_i + \beta_5(desig)_i + \beta_6(crecpobl)_i + \beta_7(gobneto)_i + \beta_8(progtecno)_i + \beta_9(KH)_i + \beta_{10}(Mfinanciero)_i + \beta_{11}(comex)_i + \beta_{12}(instit)_i + \mu_i$$

$$i = 1, 2, 3 \ldots, 34$$

Dónde:

y_i: Corresponde a la variable explicada que medirá el crecimiento económico de la economía i-ésima.

$(conver)_i$: Corresponde al nivel de PIB per cápita inicial para la economía i-ésima.

$(I)_i$: Corresponde a la inversión de la economía i-ésima, medida con la formación bruta de capital como proporción del PIB.

$(U)_i$: Representa el desempleo, medido con la tasa de desempleo de la economía i-ésima.

$(infl)_i$: Corresponde al vector de variables que miden la inflación de la economía i-ésima, como la variación porcentual del IPC y el deflactor implícito.

$(desig)_i$: Niveles de desigualdad en la economía medida por medio del coeficiente de Gini de la economía i-ésima.

$(crecpobl)_i$: Vector de variables que miden el crecimiento de la población de la economía i-ésima, como la tasa de fertilidad y la tasa de crecimiento demográfico.

$(gobneto)_i$: Gasto del gobierno neto como proporción del PIB de la economía i-ésima.

$(progtecno)_i$: Vector de variables que miden el progreso tecnológico en la economía, como el gasto en innovación y desarrollo como proporción del PIB, y el número de solicitudes de patentes.

$(KH)_i$: Vector de variables que miden el capital humano de la economía i-ésima, como la esperanza de vida, la TBM de educación primaria, la TBM de educación secundaria, el porcentaje de la población entre 25 y 64 años con educación terciaria, proporción entre alumnos y maestros, y el porcentaje de población activa con educación terciaria.

$(Mfinanciero)_i$: Vector de variables que miden las características del mercado financiero de la economía i-ésima, como el nivel de créditos al sector privado como proporción del PIB, la capitalización de mercado como porcentaje total del PIB, el número de compañías nacionales que cotizan en la bolsa y la tasa de variación anual promedio de M2.

$(comex)_i$: Vector de variables que miden la apertura comercial de la economía i-ésima, como el nivel de exportaciones de bienes y servicios como proporción del PIB, el nivel de comercio (exportaciones más las importaciones de bienes y servicios como proporción total del PIB) y el índice de neto de relación de intercambio.

$(instit)_i$: Vector de variables que miden las características que tienen las instituciones públicas de la economía i-ésima, como el índice Heritage, el índice de Libertad Frente a la Corrupción y el índice de Derechos de Propiedad.

μ_i: Perturbación aleatoria.

5.3.1 Modelo de Corte Transversal año 2003

La muestra utilizada para este modelo contiene 34 observaciones, las que corresponden a cada economía miembro de la OCDE para el año 2003.

En la Tabla 3 y Tabla 4, donde en la primera columna se ubican las variables explicativas y en la primera fila se presentan las distintas ecuaciones con

diferentes variables explicativas dentro de cada modelo, se presentan los parámetros estimados con mínimos cuadrados ordinarios, de las distintas ecuaciones para el modelo de corte transversal que corresponden al año 2003. Donde se utilizó como variable explicada la tasa de variación anual del PIB per cápita y como variable de convergencia se utilizó el nivel de PIB per cápita con un retraso.

TABLA 2: ANÁLISIS DESCRIPTIVO MODELO CORTE TRANSVERSAL AÑO 2003

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
00_PIBpc	13217,18	82775,2834	33430,6006	14087,3729
01_conver	12732,94	82801,837	32945,8665	14223,2332
00_VPIBpc	-1,30541	8,15719542	1,9201371	2,17049836
02_Inversión	17,59677	35,3195785	23,0719358	3,93057251
03_IPC	0,107709	25,2963679	3,02172567	4,28299276
03_Deflactor	-1,71476	23,2703142	3,21299312	3,98937924
04_U	3	19,6000004	7,34705884	3,74968568
05_Gobierno	19,129	55,672	41,6730206	9,10829605
05_Gobierno(N)	12,66788	46,8546572	34,598628	8,60971197
06_CrecPoblación	-0,62762	1,97355854	0,63553599	0,62809644
06_Fertilidad	1,18	2,95	1,64601471	0,41371727
07_Matricula(Pg)	97,58457	117,27838	101,601624	3,84458451
07_Matricula(Sg)	77,15551	159,14774	107,040544	17,8665476
07_EducTerFL	11	43	25,5225568	8,83245524
07_EducTer25+	12,75082	47,67457	27,6336368	9,16444507
07_Evida	71,31707	81,76	77,7096786	2,61380198
07_Alum Prof	9,58843	34,0928	16,1200343	5,26634875
08_Expo	9,037678	140,632783	40,5789268	24,0010828
08_COMEX	22,0903	256,566401	79,4695838	43,6470234
08_TermInter	87,72829	111,445245	99,444238	4,56502821
09_Credito	14,54644	186,47402	93,0026526	45,9365636
09_Emp Cotiza Bolsa	14	5295	786,205882	1258,49185
09_M2	26,58779	585,18826	104,036271	94,9472508
09_Capitalización	5,936747	206,529889	64,9088276	43,9125234
10_Patentes	16	358184	22409,4263	69219,5373
10_I+D	0,330656	3,9395	1,67353471	1,00560935
11_Gini	0,234143	0,50975	0,31678143	0,06173644
12_Heritage	51,9	81,1	69,9735294	7,71889884

En la Tabla 2 de análisis descriptivo, se desprende que la tasa de crecimiento de la población promedio OCDE para el año 2003, es menor a un 1%, incluso en el mínimo se observa un crecimiento de -0,627, lo que indica que confirma la tendencia de envejecimiento de la población en estas economías. Por otro lado es posible aprecia que la esperanza de vida mínima para un habitante de los países OCDE para el año 2003 sería de 71 año y en promedio serían de 77,7 años.

TABLA 3: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL PARA EL AÑO 2003

	IT01	IT02	IT03	IT04	IT05	IT06	IT07	IT08
CONVER	-8,46E-05	-0,00013	-6,57E-05	-0,0000023	-0,0000562	-0,0000355	-0,0000366	-3,83E-05
INVERSIÓN	0,485121	0,336397	0,094224	0,057122	0,194181	0,19386	0,194306	1,185155
INVERSIÓN T-1	-0,487023							
INVERSIÓN T-2	0,190037							
U	0,120762	0,052051	0,044087	0,09719	0,125795	0,192182	0,190753	
GOBIERNO NETO	0,1555184	0,123357	0,074485	0,049389	0,041681	-0,039892	-0,038842	-0,046174
COMEX	0,092473	-0,045659	0,095485	0,139701	0,018621	0,0114315	0,014209	0,014114
CREC POBLACIÓN	-2,662579	-3,14697*	-1,933479	-2,087333*	-1,86811	-1,991248	-1,944565*	-1,928
EMP COT BOLSA	0,001158				0,00018	0,000327	0,000316	0,000321
PATENTES	0,0000133	6,86E-06	0,0000141	0,0000152*		3,85E-08	2,06E-07	0,0000019
DEFLACTOR	0,2899252			0,349239**	0,248316	0,236266	0,229966	0,450704
EDUC TER 25<	0,103003	0,090393	0,070717	0,053994	0,07855	0,00711	0,006409	0,00369
IPC	0,054173	0,215506	0,27103**					-0,204992
FERTILIDAD	2,927067	4,081099	0,866306	1,359672	2,100423	0,994115	0,991091	1,371273
ALUMNO PROFESOR	0,054173	-0,077674						
EDUC TER FUERZA LAB	-0,101652	-0,100351						
E(VIDA)	0,687281*	0,7114117**	0,536226	0,613633*	0,426808	0,142672	0,128124	0,147301
MATRICULA PG	-0,188266	-0,297996**						
MATRÍCULA SG	0,033031	0,044537*	0,015264	0,014982	0,007835	0,026473	0,026498	0,024527
EXPO	-0,103501	0,151594	-0,138294	-0,223863				
TERM INTERCAM	-0,249263*	-0,258052	-0,12074	-0,137768				
CAPITALIZ	-0,005597	-0,00112	0,001942	-0,000602	0,008232	-0,00111		
CRÉDITO	-0,013602	-0,006358	-0,032938**	-0,031877**	-0,02105			
M2	-0,01155	-0,006194	-0,005758	-0,004452	-0,005448			
I+D	-1,6644	-1,820202**	-1,645239**	-1,546949**	-1,568867**			
GINI	3,582366	12,61636	-4,142123	-11,90739	-10,47165	1,207256	1,025281	-3,843359
HERITAGE	0,154956	0,085295	0,17802	0,185624	0,079891	0,026965	0,024058	0,012478
CONSTANTE	-35,11896	-23,59197	-42,89657	-44,92727*	-41,96578	-20,25433	-18,90963	-18,1937
R cuadrado	0,94	0,92	0,83	0,848	0,799	0,64	0,642	0,6477

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

TABLA 4: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL PARA EL AÑO 2003

	IT09	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
CONVER	-0,0000787	-0,000078*	-0,0000675*	-6,74E-05	-0,0000685*	-0,0000602*	-0,00431*	-0,0000627**	-0,000088***
INVERSIÓN	0,135565	0,121343	0,119217	0,11966	0,112789	0,123928	0,140384*	0,161028*	
INVERSIÓN T-1									
INVERSIÓN T-2									
U									
GOBIERNO NETO	-0,00579								
COMEX	0,015119	0,014937	0,011942	0,012017	0,011296	0,006728			0,015586*
CREC POBLACIÓN	-1,350394	-1,359391	-0,700694	-0,651257	-0,75946	-0,687334	-0,663866	-0,930518*	0,900045*
EMP COT BOLSA	0,000278	0,000286	0,000261	0,000205	0,000225				
PATENTES	-7,99E-07	-1,12E-06	-4,7E-07						
DEFLACTOR	0,183628	0,191918							
EDUC TER 25<	0,051351	0,048484	0,04719	0,049374	0,035498	0,048226	0,045414	0,031686	
IPC	-0,00579	-0,016903							
FERTILIDAD									
ALUMNO PROFESOR									
EDUC TER FUERZA LAB									
E(VIDA)	0,039396	0,035909	-0,171722	-0,179263	-0,190748	-0,220649	-0,288619**		
MATRICULA PG									
MATRÍCULA SG									
EXPO									
TERM INTERCAM									
CAPITALIZ									
CRÉDITO									
M2									
I+D									
GINI	1,560172								
HERITAGE	0,013288	0,010439	-0,026627	-0,027783					
CONSTANTE	-6,146678	-4,25988	14,62187	15,1883	14,80829	16,76182	21,69621**	-0,013374	4,152506***
R cuadrado	0,567	0,566	0,5369	0,535	0,531	0,523	0,514	0,437	0,417015

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

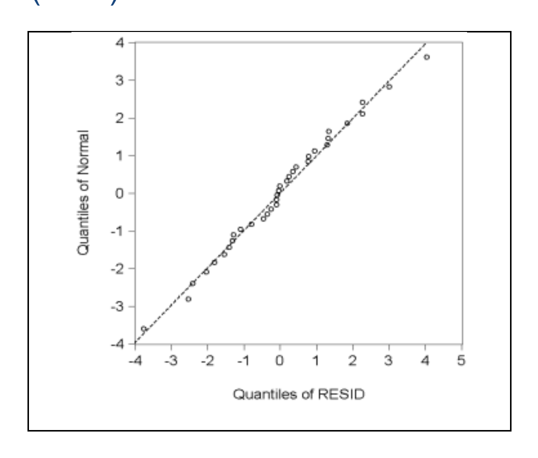
Como es posible aprecia en la Tabla 3, para la primera ecuación la única variable con nivel de significatividad es la variable relacionada al capital humano, que corresponde a la esperanza de vida (E (vida)), donde con un aumento en un año en la esperanza de vida la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita aumentaría en un 69%. Lo anterior iría en línea con lo planteado en el marco teórico. El problema de esta iteración es que no cumple el supuesto de que la cantidad de observaciones tiene que ser igual o mayor al número de parámetros a estimar más uno. A pesar de lo anterior es posible apreciar como algunas variables que no son significativas tienen al menos un coeficiente con una base en la teoría económica, como por ejemplo la teoría de la convergencia, los niveles de inversión, comercio, crecimiento de la población, entre otros.

Como la significancia individual de las variables de la iteración uno no se cumple, se pasa a la ecuación dos donde se eliminan del modelo las variables de inversión con un retraso y con dos retrasos ($INVERSION_{t-1}$ e $INVERSION_{t-2}$ respectivamente), el número de empresas que cotiza en la bolsa (EMP COT BOLSA) y el deflactor implícito (DEFLACTOR). Con esto se obtienen tres variables que tienen un efecto significativo sobre el crecimiento económico y además tienen sustento teórico. Como es posible apreciar, si el crecimiento de la población aumenta en un punto porcentual, la tasa de crecimiento del PIB per cápita cae en 3.15%, mientras que si la esperanza de vida aumenta en un año la tasa de crecimiento aumentaría en un 7.1%, y, si la matrícula secundaria bruta aumenta en un 1% la tasa de crecimiento del PIB per cápita aumentaría en 0.044 puntos porcentuales.

En la Tabla se continúa eliminando las variables que no son individualmente significativas y/o que no cumplen con la teoría económica, derivando finalmente en la iteración 17 (IT17), donde lo primero que se aprecia es que para el contexto de este modelo econométrico la convergencia (CONVER) tendría una comprobación empírica, ya que, tiene un alto nivel de significatividad y se concluye que por cada aumento en un dólar en el PIB per cápita, al comienzo del período, la tasa de crecimiento del PIB per cápita caería en 0.0088%. Mientras que para el caso de la variable relacionada a la apertura comercial, que es la cantidad de comercio (COMEX) como el porcentaje de la suma de las exportaciones y las importaciones en relación al PIB real, resulta ser positivamente significativa en relación al crecimiento económico, donde se deriva que de un aumento en un punto porcentual en el ratio del comercio, la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita aumentará en 0.02 puntos porcentuales. Y finalmente el crecimiento de la población (CREC POBLACIÓN) resulta ser significativo pero con un impacto

negativo sobre el crecimiento económico, donde por un cambio en un 1% en la tasa de crecimiento de la población, la tasa de crecimiento del PIB per cápita cambiaría en un 0,9% pero en sentido contrario, es decir, que si aumenta la tasa de crecimiento de la población, entonces la tasa de crecimiento del PIB per cápita disminuiría.

GRÁFICO 17: DISPERSIÓN RESIDUOS MODELO ECONOMÉTRICO CORTE TRANSVERSAL AÑO 2003 (IT17)



El resultado presentado en la Tabla 4, para la IT17, provee niveles de significatividad de 1% para la variable convergencia, de un 5% para la variable comercio y un 10% para la variable tasa de crecimiento de la población. La variación de la variable endógena se ve explicada en un 42% por la variación de las variables exógenas. Adicionalmente el modelo cumple con los criterios necesarios para que los estimadores sean confiables, ya que, cumple con la hipótesis de media nula[72] (ver GRÁFICO 17), los residuos tienen una distribución normal[73], no existe multicolinealidad perfecta entre las variables exógenas, no existe Heteroscedasticidad[74] y no existe autocorrelación de los residuos[75].

Luego, el modelo quedaría eventualmente especificado de la siguiente manera:

ECUACIÓN 2

$$\Delta PIBpc_{2003} = 4{,}15 - 0{,}000088(CONVER) + 0{,}02(COMEX) - 0{,}9(CRECPOBLACIÓN)$$

5.3.2 Modelo de Corte Transversal año 2012

La muestra utilizada para este modelo contiene 34 observaciones, las que corresponden a cada economía miembro de la OCDE para el año 2012.

Es posible apreciar en la Tabla 6 y Tabla 7 las distintas ecuaciones que fueron probadas para determinar el modelo, al igual que se hizo para el caso del modelo del año 2003. En la primera columna se ubican las variables explicativas, mientras

[72]P-valor = 1.000.
[73]Test Jarque-bera: p-valor = 0.9282; Kurtosis = 3.0879.
[74]Test de Heteroscedasticidad: Test White: p-valor = 0.9308.
[75]Test de Autocorrelación: Test de Durbin Watson = 2.253909, dl = 1.271, du=1.652, α = 0.005.

que la primera fila presenta las distintas ecuaciones, la variable explicada es la tasa de variación anual del PIBpc .Es así como se puede apreciar en la Tabla 6 como se van eliminando del modelo las variables explicativas que no son significativas o que no tienen un fundamento en la teoría económica. Esto se realiza hasta llegar a la iteración 11 (IT11) en la Tabla 7.

TABLA 5: ANÁLISIS DESCRIPTIVO MODELO CORTE TRANSVERSAL AÑO 2012

	Máximo	Mínimo	media	Desv. Est.
00_PIBpc	88011,0862	16316,3344	36961,6838	13984,6608
01_conver	90297,4483	15886,7175	36879,479	14169,1432
00_VPIBpc	8,55514925	-6,31571677	0,37608528	2,68152798
02_Inversión	31,0012381	13,9646969	21,358162	3,90545714
03_IPC	8,89156997	-0,66694456	2,57328854	1,71049727
03_Deflactor	6,90224515	-0,93118257	1,75780422	1,50984404
04_U	25,2000008	3,20000005	8,69705887	5,07092051
05_Gobierno	59,203	20,561	43,3880294	8,87158642
05_Gobierno(N)	48,9500099	13,1736753	36,5654046	8,67891252
06_CrecPoblación	2,4015419	-1,69134896	0,50668841	0,75992249
06_Fertilidad	3,04	1,28	1,70272059	0,36439849
07_Matricula(Pg)	108,52618	93,86	101,700393	3,1923681
07_Matricula(Sg)	135,53543	85,68148	105,058082	12,3284858
07_EducTerFL	50,47	17,8999996	33,5065656	9,26065458
07_EducTer25+	47,67457	12,75082	27,9072974	9,09935931
07_Evida	83,0960976	74,862439	80,2650481	2,28620234
07_Alum Prof	28,01636	9,64567	14,5285742	3,91090291
08_Expo	193,37282	13,5752821	53,1533203	34,7102554
08_COMEX	352,903771	30,6665759	102,950364	63,2618313
08_TermInter	193,634112	60,4914214	100,151041	28,2868041
09_Credito	200,664728	27,5459098	119,381935	48,1617499
09_Emp Cotiza Bolsa	4102	11	782,058824	1202,48029
09_M2	470,501233	31,7404409	125,770678	80,4704415
09_Capitalización	161,990841	4,97116575	60,2871413	39,3846246
10_Patentes	287013	20	24416,8	69434,574
10_I+D	4,2469	0,3632	2,00787191	1,02508973
11_Gini	0,5065	0,24621887	0,31441933	0,06127586
12_Heritage	83,1	55,4	70,8764706	6,61289185

Una vez en la ecuación 11 es posible apreciar que la variable de la convergencia (CONVER) no cumpliría la significancia individual, por lo que se pasa a eliminar la variable del modelo, lo que se ve representado en la ecuación 13 (IT13). El problema de retirar del modelo esta variable explicativa es que hace que la significancia individual de otras variables no se cumpla, es por esto que se vuelve a incluir la variable al modelo, es decir, se vuelva a la iteración 11 pero cualquier interpretación de esta variable tiene que ser considerando la limitación, de que su nivel de significancia individual no se cumpliría. El problema de la iteración 11 es que no se cumple el supuesto de la distribución normal de los residuos. Como se

aprecia en el GRÁFICO 18 y en el existen observaciones que hacen que el supuesto no se cumpla. Por lo anterior es que la iteración 11 tampoco puede ser utilizada como modelo.

Como se aprecia en la Tabla 5: Análisis descriptivo modelo corte transversal año 2012, es posible apreciar que la tasa de crecimiento de población sigue bajando, en comparación con el año 2003, al igual que las tasas promedio de crecimiento del PIB en el año 2012 (0,37%) en comparación con el año 2003 (1,9%). Por otro lado el desempleo aumenta de un 7,34% (2003) hasta un 8,69% (2012) luego de la crisis de los años 2008 y 2009, además de un aumento en el gasto neto del Gobierno, en comparación con el año 2003.

GRÁFICO 18: RESIDUOS Y BOX-PLOT MODELO ECONOMÉTRICO CORTE TRANSVERSAL AÑO 2012 (IT11)

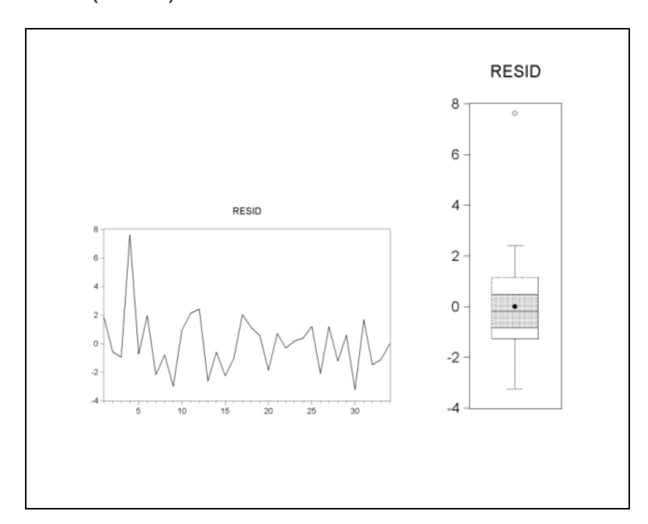
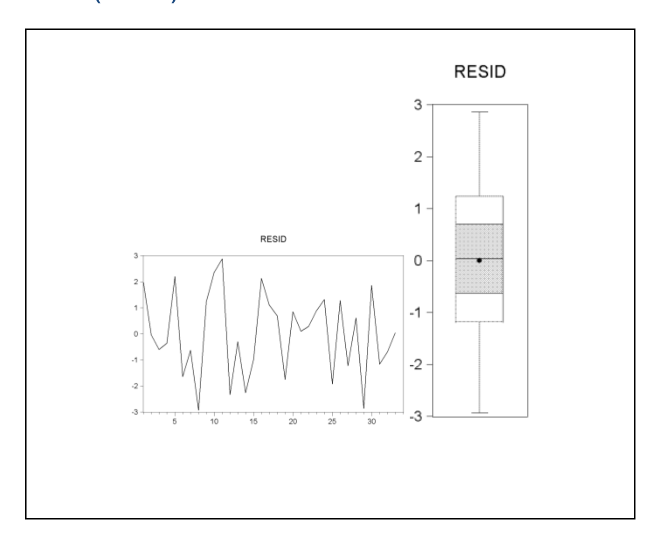


GRÁFICO 19: RESIDUOS Y BOX-PLOT MODELO ECONOMÉTRICO CORTE TRANSVERSAL AÑO 2012 (IT14)



Una manera de poder solucionar la no distribución normal de los residuos, es por un lado aumentar el tamaño de la muestra, lo que no es posible para este caso, ya que, el número de países OCDE es fijo, es por esto que se pasa a eliminar el

punto de la muestra que se escapa y no permite que los residuos tengan una distribución normal.

Una vez eliminada la observación que estaba fuera del promedio, se pasa a la ecuación 14 (IT14), que contiene 33 observaciones en lugar de las 34 que contenían todas las otras ecuaciones. Esto derivado de la eliminación del punto fuera del promedio. Como se aprecia la significancia individual de las variables, en comparación con la iteración 11, mejora pero esto no ocurre para el caso del intercepto, el que no cumple la significancia individual pero cabe destacar que para el caso de la iteración 11 esto tampoco ocurría.

Para conocer si los coeficientes estimados en la iteración 14 son interpretables, es que se pasa a comprobar el cumplimiento de los supuestos del modelo lineal general, al igual que para el modelo del año 2003, comenzando con el análisis gráfico del supuesto de la media nula ($E(\mu) = 0$). Es posible apreciar en el GRÁFICO 19, el error estaría mucho más cerca de cero y no se aprecia que pudieran existir observaciones muy lejos del promedio.

El resultado presentado en la Tabla 7, para la IT14, provee niveles de significancia de 97% para la variable convergencia, de un 96% para la variable inversión y un 99% para la variable tasa de desempleo. La variación de la variable endógena se ve explicada en un 52% por la variación de las variables explicativas. Adicionalmente el modelo cumple con los criterios necesarios para que los estimadores sean confiables, ya que, cumple con la hipótesis de media nula[76] (ver GRÁFICO 19), los residuos tienen una distribución normal[77], no existe multicolinealidad perfecta entre las variables exógenas, no existe Heteroscedasticidad[78] y no existe autocorrelación de los residuos[79].

[76]P-valor = 1.000.

[77]Test Jarque-Bera: p-valor = 0.533518; Kurtosis = 2.072916.

[78]Test de Heteroscedasticidad: Test White: p-valor = 0.1352.

[79]Test de Autocorrelación: Test de Durbin Watson = 2.329736, dl = 1.258, du=1.651, α = 0.005.

TABLA 6: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL PARA EL AÑO 2012

	IT01	IT02	IT03	IT04	IT05	IT06	IT07
CONVER	0,0000865	0,000167	0,0000765	7,93E-07	-0,0000683	-0,0000853*	-6,44E-05
INVERSIÓN	-0,114853	0,362971	0,211402	0,238643	0,2189	0,167352	0,193628
INVERSIÓN T-1	0,801071						
INVERSIÓN T-2	-0,405905						
U	-0,145679	-0,148398	-0,11106	-0,06603	-0,207447*	-0,194*	-0,200506*
GOBIERNO NETO	-0,119761	-0,148398	-0,030968	0,056541	0,0623	0,020776	-0,020436
COMEX	0,448135	0,461126	0,29397	0,007218	0,014004	0,012655	0,005639
CREC POBLACIÓN	-2,6027	-2,6947	-1,910566	-0,91989	-0,620394	-0,268422	-0,300915
EMP COT BOLSA	0,001443	0,00106	-0,000104	-0,000495			
PATENTES	0,0000427	-0,0000042	0,0000072	0,0000061	6,34E-06	0,0000084	
DEFLACTOR	1,154723						
EDUC TER 25<	-0,5987	-0,438094					
IPC	-0,391459	0,239971	0,122742	0,377295			
FERTILIDAD	4,404522	5,402528	2,436664				
ALUMNO PROFESOR	-0,3469	-0,30339					
EDUC TER FUERZA LAB	0,3919	0,30339	0,047995	0,07576	0,070695	0,073504	0,075298
E(VIDA)	1,5497	8,532029	6,702141	0,890681			
MATRICULA PG	0,1098	0,053522	0,043035	0,11866	0,016066		
MATRÍCULA SG	-0,064028	-0,069991					
EXPO	-0,777931	-0,811786	-0,523715				
TERM INTERCAM	0,047019	0,038024	0,034644	0,02136		0,027707	
CAPITALIZ	-0,004236	-0,003744					
CRÉDITO	0,025154	0,020478	-0,007127	-0,018381			
M2	-0,015807	-0,013853					
I+D	-0,769664	-0,233003					
GINI	-12,91165	-0,687077	9,058184	12,13588	11,9		
HERITAGE	0,149725	0,072789	0,023862	0,13251	0,028731		
CONSTANTE	-223,95	-1360,76	-1082,56	-170,104	-15,4	-5,73465	-1,842824
R cuadrado	0,83448	0,777632	0,64	0,59	0,53	0,51	0,462

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

TABLA 7: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL PARA EL AÑO 2012

	IT08	IT09	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14
CONVER	-0,0000711*	-5,31E-05	-5,21E-05	-4,59E-05	-4,95E-05		-0,000053**
INVERSIÓN	0,202713*	0,234728*	0,236508**	0,23699**		0,282706**	0,194468**
INVERSIÓN T-1							
INVERSIÓN T-2							
U	-0,208496**	-0,203842**	-0,205022**	-0,201737**		-0,146711	-0,211948***
GOBIERNO NETO							
COMEX	0,005792	0,00301	0,002987		0,001466	-0,001677	
CREC POBLACIÓN	-0,250255	0,04868			0,818004		
EMP COT BOLSA							
PATENTES							
DEFLACTOR							
EDUC TER 25<							
IPC							
FERTILIDAD							
ALUMNO PROFESOR							
EDUC TER FUERZA LAB	0,079521						
E(VIDA)							
MATRICULA PG							
MATRÍCULA SG							
EXPO							
TERM INTERCAM							
CAPITALIZ							
CRÉDITO							
M2							
I+D							
GINI							
HERITAGE							
CONSTANTE	-2,652216	-1,239359	-1,277181	-1,24004	1,637096	-4,213396	-0,215251
R cuadrado	0,459957	0,406948	0,406806	0,402842	0,068678	0,355413	0,518304

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

Una vez comprobado el cumplimiento de estos supuestos es que se puede pasar a interpretar los coeficientes estimados para el modelo de corte transversal para el año 2012. Como se aprecia en la iteración 14 de la Tabla 7, se deriva que el nivel inicial del PIB per cápita en cada periodo, conocido como convergencia (CONVER), tiene una significancia negativa sobre la tasa de crecimiento per cápita, donde por el aumento en un dólar en el nivel de PIB per cápita inicial, provocaría una caída en 0.0053% en la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Luego para el nivel de inversión se concluye que por un aumento de un 1% en el ratio de inversión, la tasa de crecimiento aumenta en 0.19 puntos porcentuales. La última variable que resulta ser significativa en la tasa de crecimiento es la tasa de desempleo, donde por un aumento de un 1% en la tasa de desempleo, la tasa de variación del crecimiento per cápita cae en un 0.21%. Por otro lado, en relación a la constante no se puede decir que resulta significativa para el análisis, ya que, no cumple el supuesto de significancia individual, por lo que, al momento de considerar esta variable en el análisis tiene que ser considerando que no es significativa. Teniendo lo anterior en consideración es que se pasa a expresar a continuación el modelo de corte transversal para el año 2012.

ECUACIÓN 3

$$\Delta PIBpc_{2012} = -0,22 - 0,000053(CONVER) + 0,19(INVERSIÓN) - 0,21(U)$$

Como se puede apreciar, sólo la variable de convergencia es la que se mantiene en las dos iteraciones, en términos de significatividad individual, pero cambia su coeficiente estimado, donde la tasa de convergencia para el año 2003 es mayor que para el año 2012. Lo que quiere decir que para el año 2012 los países estarían convergiendo a una tasa más baja en comparación a como lo hacían en el año 2003.

5.4 Modelo econométrico de corte transversal con variables *dummy*.

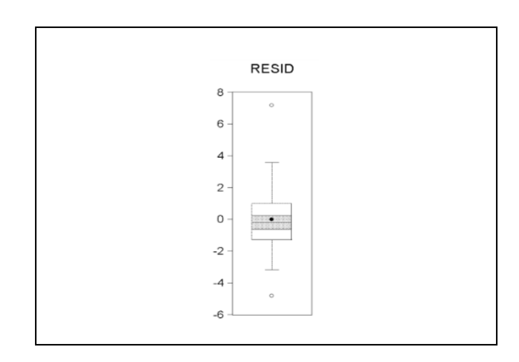
Con objeto de analizar la diferencia en los coeficientes entre el año 2003 y 2012, se utiliza variables ficticias (*dummy* para diferenciar el efecto temporal en los modelos). Se utilizará la muestra para el año 2003 y 2012, utilizando una variable *dummy* para diferencia entre los dos años, lo anterior con el fin de poder diferencia los efectos de los cambios en la magnitud de los coeficientes estimados, entre el comienzo y el final del periodo. Con una muestra de 68 observaciones.

Para agregar las variable *dummy* al modelo de regresión múltiple es necesario tener en cuenta ciertos aspectos. Al definir una variable *dummy* se tiene que decidir a qué evento se le asigna el valor uno y a cuál el valor de cero.

Normalmente el nombre de la variable indica el evento que tiene valor uno. Es habitual usar los valores cero y uno, ya que, tendrían la ventaja de capturar la información cualitativa, conduciendo a modelos de regresión en los que los parámetros tienen interpretaciones más naturales. Es necesario que se agreguen m-1 variables *dummy* al modelo, considerando m como la cantidad de categorías existentes, esto con el fin de evitar problemas de colinealidad. Para estimar un modelo de regresión múltiple con variables *dummy*, se mantienen los mismos supuestos descritos anteriormente y se utiliza mínimo cuadrados ordinarios para estimar los parámetros, la única diferencia estaría en la manera en que se interpreta el coeficiente de las variables binarias (Wooldridge, 2009).

Teniendo lo anterior en cuenta es que se pasa a estimar el modelo econométrico de corte transversal, con una variable *dummy*, la que se utilizará para identificar la diferencia entre los años 2003 y 2012. En la primera columna de la Tabla 8, Tabla 9: Iteraciones modelo corte transversal con variable dummy para el año 2003 y 2012 y Tabla 10 se ubican las variables explicativas, mientras que la primera fila presenta las distintas ecuaciones, la variable explicada es la tasa de variación anual del PIBpc. La variable ficticia tomará el valor de cero para todas las observaciones que corresponden al año 2003, mientras que el valor de uno será para todas las observaciones que corresponden al año 2012.
Es entonces que se van eliminando las variables en primera instancia que no cumplen la significancia individual ni la teoría económica, como es posible apreciar en las Tabla 8 , Tabla 9: Iteraciones modelo corte transversal con variable dummy para el año 2003 y 2012 y Tabla 10 comienza probando las distintas variables para cada iteración. Esta alternación de variables explicativas se realiza hasta llegar a la iteración 13 (EQ13) en la Tabla 9: Iteraciones modelo corte transversal con variable dummy para el año 2003 y 2012, donde se puede apreciar que la variable explicativa crecimiento de la población (CREC POBLACION) no cumple con la significatividad individual, a pesar de cumplir en el sentido en el que afecta al crecimiento económico, por lo que, se pasa a eliminar la variable del modelo, derivando en la iteración 14 (EQ14), pero cómo es posible observar la exclusión de la variable provoca que otras variables como términos de intercambio (TERM INTERCAM) y porcentaje de la fuerza laboral con educación terciaria (EDUC TER FUERZA LAB) pierdan niveles de significatividad individual (ver Tabla 10) . Por lo tanto, se decide seleccionar la iteración 13, pero con la limitante de la variable de la tasa de crecimiento de la población, que no cumple la significatividad individual.

GRÁFICO 20: BOX-PLOT RESIDUOS MODELO ECONOMÉTRICO CORTE TRANSVERSAL CON VARIABLE DUMMY AÑO 2003 Y 2012



En un primer acercamiento gráfico para el modelo de la iteración 13, se podría decir que se cumple el supuesto de media nula[80] (ver GRÁFICO 20), pero los residuos no presentan una distribución normal[81]. Entonces para solucionar el problema de no distribución normal de los residuos, se busca los puntos que están fuera del promedio y se eliminan, por lo tanto, el modelo ahora en lugar de tener 68 observaciones, ahora contará con 66.

Derivado de lo anterior, es que se puede apreciar en la Tabla 10 que desde la ecuación 15 (EQ15) en adelante la muestra contiene 66 observaciones en lugar de 68. Por lo que los estimadores sufren un cambio tanto en su valor en particular como en su significancia individual. Es así que, se comienza la eliminación de las variables que no cumplen con la significancia individual, así hasta llegar a la ecuación 18 (EQ18) en la Tabla 10, donde las variables explicativas cumplen todas el nivel de significancia, incluso la constante.

El resultado presentado en la Tabla 10, para la IT18, provee buenos niveles de significatividad individual para las variables convergencia (CONVER), la variable ficticia para el año 2012 (YEAR2012), la variable inversión (INVERSIÓN) y, la variable términos de intercambio (TERM INTERCAM). La variación de la variable endógena se ve explicada en un 45% por la variación de las variables exógenas. Adicionalmente el modelo cumple con los criterios necesarios para que los estimadores sean confiables, ya que, cumple con la hipótesis de media nula[82] (ver GRÁFICO 21), los residuos tienen una distribución normal[83], no existe multicolinealidad perfecta entre las variables exógenas, no existe Heteroscedasticidad[84] y no existe autocorrelación de los residuos[85].

---

[80]p-valor = 1.000.
[81]Test Jarque-bera: p-valor = 0.000796; Kurtosis = 4.816722.
[82]P-valor = 1.000.
[83]Test Jarque-bera: p-valor = 0.483417; Kurtosis = 2.289858.
[84]Test de Heteroscedasticidad: Test White: p-valor = 0.6421.
[85]Test de Autocorrelación: Test de Durbin Watson = 2.365958, dl = 1.494, du=1,735, α = 0.005.

Con la comprobación de los supuestos es que se puede pasar a expresar e interpretar el modelo. La función queda expresada de la siguiente forma:

ECUACIÓN 4

$$\Delta PIBpc_{03-12} = -3{,}287896 - 0{,}0000457(CONVER) + 0{,}214662(INVERSIÓN) + 0{,}017694(TERMINTERCAM) - 1{,}09218(YEAR2012)$$

La que también puede ser expresada de la siguiente forma:

ECUACIÓN 5

$$E(\Delta PIBpc_{03-12}|YEAR2012 = 1) = (-3{,}287896 + -1{,}09218) - 0{,}0000457(CONVER) + 0{,}214662(INVERSIÓN) + 0{,}017694(TERMINTERCAM)$$

ECUACIÓN 6

$$E(\Delta PIBpc_{03-12}|YEAR2012 = 1) = -4{,}380076 - 0{,}0000457(CONVER) + 0{,}214662(INVERSIÓN) + 0{,}017694(TERMINTERCAM)$$

ECUACIÓN 7

$$E(\Delta PIBpc_{03-12}|YEAR2012 = 0) = -3{,}287896 - 0{,}0000457(CONVER) + 0{,}214662(INVERSIÓN) + 0{,}017694(TERMINTERCAM)$$

Cabe destacar que también es posible calcular la medición del efecto de cada variable con respecto al año. Es decir, conocer si el efecto de la inversión en el año 2012 cambia la magnitud en la que la variable afecta el crecimiento económico, en comparación al año 2003. Lo mismo ocurre para la convergencia y los términos de intercambio, el problema fue que para este caso no fueron significativas las interacciones realizadas entre las variables explicativas y la variable binaria asociada a la diferencia de los periodos.

TABLA 8: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL CON VARIABLE DUMMY PARA EL AÑO 2003 Y 2012

	EQ01	EQ02	EQ03	EQ04	EQ05	EQ06	EQ07
CONVER	0,000013	-0,0000414	-0,0000537	-0,0000459	-0,000051	-0,0000598	0,0000646*
YEAR2012	-1,871248**	-1,504469	-1,399152	-1,204721	-1,107399	-1,169161	-1,322852*
INVERSIÓN	0,195092**	0,213858***	0,273356***	0,282497***	0,26951***	0,239894***	0,244613***
U	-0,031268	-0,082764	-0,074977	-0,073861	-0,070847	-0,066627	-0,065071
GOBIERNO NETO	0,02704	0,076442	0,06977	0.087107	0,083557	0,042751	0,042791
COMEX	0,190189*	0,013114	0,013358	0,014577	0,014698	0,011263	0,012881*
CREC POBLACIÓN	-0,970556*	-0,761298	-0,765875	-0,825755	-0,801543	-0,822968	-0,897609*
EMP COT BOLSA	-0,000513	-0,000537	-0,000504	-0,000471	-0,000442		
PATENTES	0,0000163**	0,0000144**	0,0000149**	0,000015**	0,0000151**	5,61E-06	5,58E-06
DEFLACTOR			0,157885	0,144408	0,232741*	0,21391*	0,239594**
EDUC TER 25<	0,010531	0,088095	0,077613	0,099124	0,094607	0,022352	0,027026
IPC	0,279214**	0,213858*	0,081311	0,090653			
FERTILIDAD							
ALUMNO PROFESOR	-0,02147	-0,057	-0,061726				
EDUC TER FUERZA LAB	0,073923	0,040474	0,042429	0,021571	0,021	0,048689	0,044401
E(VIDA)	0,243317	0,105992	0,112732	0,108529	0,100709	-0,076934	
MATRICULA PG	-0,083672						
MATRÍCULA SG	0,010327	-0,008595	-0,007796				
EXPO	-0,339947*						
TERM INTERCAM	0,018376	0,01649	0,017834	0,01707	0,017878	0,028137*	0,029178*
CAPITALIZ	0,009975	0,006781	0,007295	0,005727	0,005978	0,003866	0,003012
CRÉDITO	-0,021675**						
M2	-0,004637	-0,008262	-0,007675	-0,008385	-0,008027		
I+D	-0,674472	-0,840841*	-0,804058	-0,782911	-0,753689		
GINI	4,208293	8,543825	6,143687	8,322254	6,919295	3,988441	4,706207
HERITAGE	0,105971	0,032424	0,033412	0,027804	0,024671	0,017806	0,01886
CONSTANTE	-26,16462	-21,08401	-20,29194	-23,08673	-21,34856	5,258627	-11,7402*
R cuadrado	0,654289	0,572556	0,575169	0,5693	0,56	0,527444	0,525853

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

TABLA 9: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL CON VARIABLE DUMMY PARA EL AÑO 2003 Y 2012

	EQ08	EQ09	EQ10	EQ11	EQ12	EQ13
CONVER	-0,0000635**	-0,0000555*	-0,0000506**	-0,0000435*	-0,0000372*	-0,0000556**
YEAR2012	-1,32798*	-1,501415**	-1,490889**	-1,535811**	-1,566231***	-1,634072***
INVERSIÓN	0,22914***	0,232837***	0,227488***	0,246911***	0,259335***	0,247284***
U	-0,050255	-0,057089	-0,052179			
GOBIERNO NETO	0,023478	0,013665				
COMEX	0,011347*	0,011751*	0,011315*	0,010982*	0,007944	0,009569*
CREC POBLACIÓN	-0,788146	-0,784821	-0,842596*	-0,787918*	-0,902266**	-0,41189
EMP COT BOLSA						
PATENTES	6,28E-06	5,53E-06	0,00000496**	5,49E-06		
DEFLACTOR	0,258779**	0,234668**	0,234108**	0,241816**	0,240503**	
EDUC TER 25<	0,014577					
IPC						
FERTILIDAD						
ALUMNO PROFESOR						
EDUC TER FUERZA LAB	0,04841	0,069674**	0,067768**	0,068333**	0,08041**	0,054825*
E(VIDA)						
MATRICULA PG						
MATRÍCULA SG						
EXPO						
TERM INTERCAM	0,02964**	0,031331**	0,030635**	0,031073**	0,025511*	0,023892*
CAPITALIZ						
CRÉDITO						
M2						
I+D						
GINI						
HERITAGE	0,035908					
CONSTANTE	-10,19078*	-7,882073**	-7,28065***	-8,449183***	-8,258442***	-6,228417***
R cuadrado	0,520116	0,513861	0,51281	0,507281	0,492586	0,4335108

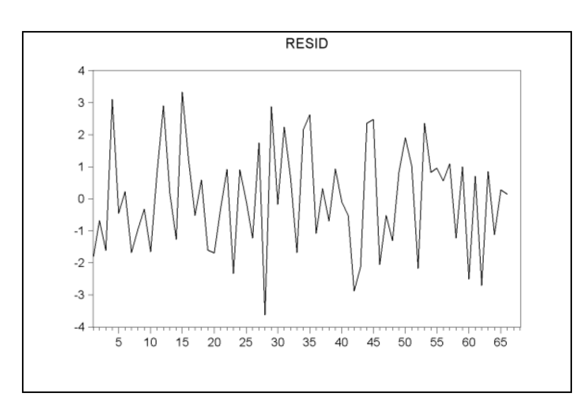
Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

TABLA 10: ITERACIONES MODELO CORTE TRANSVERSAL CON VARIABLE DUMMY PARA EL AÑO 2003 Y 2012

	EQ14	EQ15	EQ16	EQ17	EQ18
CONVER	-0,0000598***	-0,0000548***	-0,0000438***	-0,00004**	-0,0000457***
YEAR2012	-1,471571**	-1,62803***	-1,435399***	-1,162943***	-1,09218**
INVERSIÓN	0,249422***	0,193735***	0,205921***	0,213584***	0,214662***
U					
GOBIERNO NETO					
COMEX	0,009252*	0,005805			
CREC POBLACIÓN		-0,531997	-0,510472	-0,372664	
EMP COT BOLSA					
PATENTES					
DEFLACTOR					
EDUC TER 25<					
IPC					
FERTILIDAD					
ALUMNO PROFESOR					
EDUC TER FUERZA LAB	0,044919	0,042983	0,032946		
E(VIDA)					
MATRICULA PG					
MATRÍCULA SG					
EXPO					
TERM INTERCAM	0,020398	0,024354**	0,020934*	0,02099*	0,017694*
CAPITALIZ					
CRÉDITO					
M2					
I+D					
GINI					
HERITAGE					
CONSTANTE	-5,773757***	-4,38599**	-3,986282**	-3,54173**	-3,287896*
R cuadrado	0,425618	0,493685	0,480043	0,465143	0,453712

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

GRÁFICO 21: RESIDUOS MODELO ECONOMÉTRICO CORTE TRANSVERSAL CON VAIRABLE DUMMY AÑO 2003 Y 2012



La interpretación de los supuestos del modelo son los siguientes, para el caso de la convergencia condicional (CONVER), es posible concluir que un aumento en 100 dólares en el nivel del PIB per cápita al inicio del periodo, tiene un efecto negativo y significativo sobre la tasa de crecimiento del PIB per cápita, ya que, esta cae en un 0.457%. Mientras que para el caso de la inversión se encuentra evidencia que tiene una influencia positiva y significativa sobre el crecimiento, ya que, frente a un aumento de un 5% en el ratio de inversión, la tasa de variación del PIB per cápita aumenta en un 1.07%. Para el caso del coeficiente estimado para el término de intercambio (TERM INTERCAM), es posible concluir que efectivamente existe un efecto positivo y significativo en el crecimiento económico, ya que, frente a un aumento de un 10% en los términos de intercambio, la tasa de crecimiento del PIB per cápita aumentaría en 0.17694%. Por otro lado la interpretación del coeficiente de la variable ficticia que corresponde al año 2012 (YEAR2012), donde la variable toma el valor de uno cuando la observación se ubica en el año 2012 y cero cuando se ubica en el año 2003. El coeficiente para este caso, provoca que el intercepto de la ecuación cambie, ya que, este sería de -3.287896 para el caso del año 2003, mientras que para el año 2012 el intercepto se desplaza de manera paralela hasta el valor de -4.380076.

5.5 Modelo de datos de panel

Los datos de panel constituyen un tipo especial de muestra en las que se sigue el comportamiento de un cierto número de agentes económicos a través del tiempo. Una característica esencial de la estructura de datos de panel es su bidimensionalidad. Una dimensión la constituye la lista de individuos y la otra dimensión la forman los instantes de tiempo (Perez, 2015).

La utilización de los datos de panel toma en cuenta de manera explícita la heterogeneidad, al permitir la existencia de variables específicas por sujeto. Los datos de panel proporcionan una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una

mayor eficiencia. Además detectan y miden mejor los efectos que sencillamente ni si quiera se observan en datos puramente de corte transversal o de series de tiempo. Los datos de panel permiten estudiar modelos de comportamiento más complejos. Por lo tanto, esta metodología enriquece el análisis empírico de manera que no sería posible con solo modelos de corte transversal o series de tiempo (Gujarati & Porter, 2010).

La doble dimensionalidad de un panel de datos lleva a considerar el modelo de regresión con datos de panel como un conjunto de modelos para cada valor de la variable temporal. Considerando que se parte de un modelo de regresión que tiene como variable dependiente y y como variables independientes$x_1, x_2, \dots, x_k$, dado por la ecuación:

ECUACIÓN 8

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k + \mu$$

Dado un conjunto de N observaciones para cada una de las variables endógenas y exógenas, es posible expresar el modelo como sigue:

ECUACIÓN 9

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots + \beta_k x_{ki} + \mu_i \qquad i = 1, \dots, N$$

Considerando ahora el modelo anterior para cada unidad temporal t donde $t = 1, 2, 3, \dots, T$. Este es el modelo conocido como datos de panel, el que puede ser expresado de la siguiente forma:

ECUACIÓN 10

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{21t} + \cdots + \beta_k x_{kit} + \mu_{it}$$

La que también puede ser expresada de la siguiente manera:

ECUACIÓN 11

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \mu_{it}$$

Donde $i = 1, \dots, N$ observaciones muestrales y $t = 1, \dots, T$ instantes temporales. Se tiene que μ_{it} son los términos de erro en cada instante temporal. Teniendo que $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ son los parámetros a estimar.

Existen tres maneras de estimar modelos de datos de panel, el método de primera diferencia, el método de efectos fijos y el método de efectos aleatorios. Para la presente investigación se utilizará la prueba de Hausman para definir entre la

utilización del método de efectos fijos o aleatorios. Para mayor detalle sobre estos tres métodos y el test de Hausman revisar la sección de anexos.

Para mayor información sobre la metodología de datos de panel, una breve descripción sobre los tipos de datos de panel y sus supuestos son expuestos en la sección de anexo 3.

5.5.1 Modelo da Datos de Panel para la OCDE

A continuación se procede a estimar el modelo econométrico para las 34 economías OCDE entre los años 2003 y 2012, considerando los 34 países como secciones transversales y los años como los periodos del modelo.

Es entonces que se pasa a definir el modelo de manera genérica, independiente aún de los efectos fijos o aleatorios, para las economías seleccionadas.

ECUACIÓN 12

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1(conver)_{it} + \beta_2(I)_{it} + \beta_3(U)_{it} + \beta_4(infl)_{it} + \beta_5(desig)_{it} + \beta_6(crecpobl)_{it} + \beta_7(gobneto)_{it} + \beta_8(progtecno)_{it} + \beta_9(KH)_{it} + \beta_{10}(Mfinanciero)_{it} + \beta_{11}(comex)_{it} + \beta_{12}(instit)_{it} + a_i + \mu_{it}$$

$$con \quad i = 1, 2, 3, \dots, 34 \qquad t = 2003, 2004, 2005, \dots, 2012.$$

Dónde:

y_{it}: Corresponde a la variable explicada que medirá el crecimiento económico para la economía i en el periodo t.

$(conver)_{it}$: Representa al PIB per cápita inicial del periodo t-ésimo para la economía i-ésima.

$(I)_{it}$: Corresponde a la inversión, medida con la formación bruta de capital como proporción del PIB de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(U)_{it}$: Representa el desempleo, medido con la tasa de desempleo de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(infl)_{it}$: Corresponde al vector de variables que miden la inflación, como la variación porcentual del IPC y el deflactor implícito de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(desig)_{it}$: Representa los niveles de desigualdad en la economía medida por medio del coeficiente de Gini de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(crecpobl)_{it}$: Es el vector de variables que miden el crecimiento de la población, como la tasa de fertilidad y la tasa de crecimiento demográfico de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(gobneto)_{it}$: Representa el gasto del gobierno neto como proporción del PIB de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(progtecno)_{it}$: Corresponde al vector de variables que miden el progreso tecnológico en la economía, como el gasto en innovación y desarrollo como proporción del PIB, y el número de solicitudes de patentes de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(KH)_{it}$: Corresponde al vector de variable que miden el capital humano, como la esperanza de vida, la TBM de educación primaria, la TBM de educación secundaria, el porcentaje de la población entre 25 y 64 años con educación terciaria, proporción entre alumnos y maestros, y el porcentaje de población activa con educación terciaria de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(Mfinanciero)_{it}$: Es el vector de variables que mide las características del mercado financiero, como el nivel de créditos al sector privado como proporción del PIB, la capitalización de mercado como porcentaje total del PIB, el número de compañías nacionales que cotizan en la bolsa y la tasa de variación anual promedio de M2 de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(comex)_{it}$: Corresponde al vector de variables que miden la apertura comercial de cada economía, como el nivel de exportaciones de bienes y servicios como proporción del PIB, el nivel de comercio (exportaciones más las importaciones de bienes y servicios como proporción total del PIB) y el índice neto de relación de intercambio de la economía i-ésima en el periodo t-ésimo.

$(instit)_{it}$: Corresponde al vector de variables que miden las características que tienen las instituciones públicas en la economía i-ésima en el periodo t-ésimo, como el índice Heritage, el índice de Libertad Frente a la Corrupción y el índice de Derechos de Propiedad.

a_i: Son las características de cada economía que no cambian en el tiempo pero que son diferentes entre ellas, como la manera de administrar el país y la "filosofía" con la que cuentan en su manera de administrar, entro otros.

μ_{it}: Corresponde al termino error aleatorio, que contiene todo el resto de las variables que explican al crecimiento económico pero que no están siendo medidas que está a través de los individuos y del tiempo, además de los errores de especificación y medición.

En la Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13 que se presentan a continuación se muestran iteraciones para tres opciones de variables dependientes, con la finalidad de escoger una de la tres en función de cual genere una mejor estimación en función de las buenas propiedades del modelo de datos de panel. Estas corresponden al PIB per cápita (PIBpc), la variación porcentual del PIB per cápita (var%PIBpc) y el logaritmo del PIB per cápita (Log (PIBpc)). Además cada variable dependiente es regresada con el método de efectos fijos y de efectos aleatorios, donde cada ecuación regresada con el efecto aleatorio tiene asociada su respectiva prueba de Hausman (Greene, 1999) para conocer cuál es el método que corresponde. Además de sus respectivos R cuadrados para conocer la bondad de ajuste de cada modelo[86].

Como se aprecia en la Tabla 11, independiente de la variable explicada utilizada, según la prueba de Hausman, el modelo para estimar debería ser el de efectos fijos en las secciones cruzadas[87], además de que se aprecia claramente que los estimadores tienen diferencias significativas, escogiendo el método de efectos fijos de sección cruzada por sobre el de tiempo[88], dado que las secciones transversales (34) superan en número a los periodos (10) (De la Fuente, et al., 2011), así como también por la necesidad empírica de presentar resultados en términos de diferencias entre los niveles de desarrollo entre los países de la muestra. Por otro lado, independiente de las variables explicativas utilizadas, se presentan variables que no son significativas o que su signo no tiene sentido económico. Por lo que, se comienzan a eliminar estas variables hasta llegar a la Tabla 12, donde tampoco es posible establecer que los coeficientes son iguales al estimar con efectos fijos y aleatorios, además de que aún existen variables que no son significativas, por lo tanto, se sigue con la eliminación de variables del modelo (iteración). Es entonces de esta manera que se llega a la Tabla 13 donde para el caso del modelo con el logaritmo del PIB per cápita como variable explicada, utilizando efectos fijos, con la eliminación de la variable de convergencia (CONVER), no por si nivel de significatividad individual sino que por su signo, que debería tener una relación negativa y no positiva, provoca que variables como el gasto del gobierno neto (GOBIERNO NETO) pierdan niveles de significancia, por lo que se reemplaza por el gasto de gobierno (GOBIERNO), el que resulta ser significativo y con el signo esperado, lo mismo ocurre con la inversión (INVERSION) la que se reemplaza con

[86]En la Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13, la primera fila contiene el número de iteración, la segunda fila indica el tipo de variable explicada, la tercera fila muestra si la estimación fue con efectos fijos o aleatorios y la primera columna indica las variables explicativas.

[87]Test de redundancia en efectos fijos: test de efectos fijos en secciones cruzadas: p-valor = 0.0000; f-statistic = 352.542006.

[88]Test de redundancia en efectos fijos: test de efectos fijos en el tiempo: p-valor = 0.2142, f-statistic = 1.341894.

la misma variable pero con un retardo de dos años (INVERSION R2), logrando el nivel se significatividad y el signo esperado. Para el caso del modelo con PIB per cápita como variable dependiente, tampoco se valida la teoría de convergencia, ya que, no logra el signo esperado a pesar de lograr los niveles de significancia. Mientras que para el caso de utilizar la variación porcentual anual del PIB per cápita, como variable endógena, la variable explicativa de convergencia (CONVER) si tiene el signo esperado. De esta manera, se llega a la ecuación EQ07 presente en la Tabla 13, que serían las ecuaciones finales para el PIB per cápita, variación del PIB per cápita y el logaritmo del PIB per cápita como variables dependientes.

El problema de estas iteraciones, es que presentan un estadístico de Durbin-Watson que las ubica en un zona de indecisión, por lo que, estarían presentando problemas de autocorrelación[89] de los residuos, lo que deriva en que los estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios, a pesar de ser lineales, insesgados y tener una distribución asintótica normal, dejan de tener varianza mínima entre todos los estimadores, es decir, que dejan de ser eficientes. Por otro lado, los errores del modelo con la variación del PIB per cápita como variable explicada, no tiene una distribución normal de los residuos, además de presentar los problemas de autocorrelación de los residuos, por lo que, se descarta dentro de las opciones y se sigue con los modelos que utilizan como variable dependiente el PIB per cápita y el logaritmo del PIB per cápita, que solo presentan problemas de autocorrelación.

[89]Este término se define como la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo, como en datos de series de tiempo, o en el espacio, como datos de corte transversal (Gujarati & Porter, 2009).

TABLA 11: ITERACIONES MODELO DATOS DE PANEL PARA EL PERIODO 2003-2012

	IT01						IT02					
Explicada	PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)		PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)	
Explicativas	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio
CONVER	0,469***	0,914***	-0,0013***	-0,0002***	0,0000127***	0,0000196***	0,485942***	0,94307***	-0,00133***	-0,00018***	0,0000124***	0,0000201***
INVERSION	172,4259***	180,4017***	0,687662***	0,639491***	0,006236***	0,007128***	124,5987***	105,5255***	0,530956***	0,44995***	0,003481***	0,004655***
INVERSION R2												
DEFLACTOR	-19,89968	-3,8381	-0,085195	-0,033865	-0,001928*	-0,001297			-0,034444	0,030548	-0,001209	-0,000543
IPC	40,467	27,96203	0,055622	0,030708	0,0001	0,0000305	46,47157*	42,58632*	0,058136	0,022234	0,000282	0,000294
U	-149,6176***	-29,60611	-0,37096***	-0,084493	-0,00956***	-0,006472***	172,771***	-54,2871***	-0,43549***	-0,15844***	-0,010179***	-0,006623***
GOBIERNO												
GOBIERNO NETO	-66,21563***	-5,534394	-0,104951**	0,028568	-0,000216	0,001321*	-77,48897***	-27,50126**	-0,147987***	-0,015171	-0,001013	0,0000421
CREC POBLACIÓN	-201,726	-485,9987***	-0,966032**	-1,40799***	-0,019838***	-0,025749***	-315,8592**	-398,0738***	-1,151342***	-1,379014***	-0,02174***	-0,028424***
FERTILIDAD	1597,589**	1419,88***	2,00437	2,74716***	0,029417	0,017642						
ALUM/PROF	-96,7911***	-90,08305***	-0,264264***	-0,227891***	-0,004443***	-0,005282***	-88,77765***		-0,256209***	-0,163541***	-0,004186***	-0,004411***
EDUCTER25	88,73494	21,58631	0,348933**	0,117327**	0,00118	0,001419			0,232317	0,174869***		
EDUCTERFL	7,200759	-30,47822**	0,067229	-0,063582*	-0,000909	-0,001854***			0,058062	-0,055157		
E(VIDA)	467,4731***	206,3953***	0,847743***	0,417439***	0,027394***	0,026501***	343,5956***	43,30489	0,749822***	0,188199	0,023023***	0,021003***
MATRICULA PG	-18,38834	-12,46084	-0,073456	-0,062759	0,0000887	0,000798						
MATRICULA SG	-2,231657	11,46054*	-0,004851	0,033834*	0,000209	0,000556*						
COMEX	-38,62065	-39,75793*	-0,125222	-0,111932*	-0,002492*	-0,00227*						
EXPO	148,145**	95,52253**	0,443275***	0,285726**	0,005931**	0,004302**	76,06131***	14,87947***	0,216532***	0,072999***	0,001415***	-0,000176
TERMINTER	2,132721	-2,18806	0,006904	-0,003286	0,0000995	-0,000121						
CAPITALIZACIÓN	11,69307***	15,92384***	0,02015***	0,034767***	0,000321***	0,000383***	8,678993***	13,28442***	0,014327***	0,027341***	0,000251***	0,00356***
CREDITO	-9,206614***	-10,8886***	-0,020458***	-0,027526***	-0,000234**	-0,000208**						
EMP COTIZA BOLSA	-0,184642	0,177296	-0,000529	0,00041	-0,00000917	0,000018***			-0,000244	0,000078		
M2	10,57764***	3,241832**	0,015176***	0,003325	0,0000304	-0,000182***	7,797612***	0,941616	0,011591**	-0,003291	0,0000182	-0,000176***
I+D	-518,7553*	-308,0235**	-0,441149	-0,583562	-0,000868	-0,002521			-0,851135	-0,19949	-0,006009	0,001357
PATENTES	0,00686	0,004734**	0,00000885	0,000011*	0,0000203	0,000000137	0,00393	0,0000033	0,0000103	1,69E-06	0,000000303	0,000000162
GINI	9050,724*	-3018,612	42,75895***	12,32692*	-0,309549	-0,751306***	80008,879*	-1187,156	38,97506***	15,14683**	-0,354329*	-0,844289***
HERITAGE	56,80922**	-16,60042	0,035202	-0,115924***	0,003404***	0,002399***	42,82456*	-25,40294**	0,020097	-0,164385***	0,003318***	0,002499***
FREEDOM FROM CORRUPTION												
PROPERTY RIGHTS												
C	-30533***	-15414,95***	-56,41485***	-34,82379***	7,535781***	7,501113***	-16617,86***	-442,6803	-42,36012**	-13,10241	8,063537***	8,015682***
R CUADRADO	0,998363	0,979552	0,798504	0,495828	0,996074	0,922839	0,998176	0,980609	0,784472	0,442436	0,995843	0,906226
PRUEBA DE HAUSMAN	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

TABLA 12: ITERACIONES MODELO DATOS DE PANEL PARA EL PERIODO 2003-2012

	IT03						IT04					
Explicada	PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)		PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)	
Explicativas	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio
CONVER	0,489838***	0,938932***	-0,001292***	-0,000141***	0,0000124***	0,000018***	0,49221***	0,94385***	-0,00131***	-0,000161***	0,0000126***	0,0000191***
INVERSION	128,9591***	104,1754***	0,561945***	0,420652***	0,003475***	0,004372***	131,5006***	106,844***	0,572232***	0,416224***	0,003354***	0,004258***
INVERSION R2												
DEFLACTOR	19,69977	39,02401*	-0,03776	0,058909					-0,035952*	0,084236		
IPC			0,053505	0,029091					0,053529	0,051035		
U	-174,0084***	-53,23421***	-0,406864***	-0,112092**	-0,009892***	-0,007247***	-178,0011***	-59,1412***	-0,40358***	-0,081601	-0,009596***	-0,00708***
GOBIERNO											-0,001441**	0,000591
GOBIERNO NETO	-75,41616***	-28,0944**	-0,119842**	-0,044242	-0,001057	-0,00023	-74,0932***	-26,3693**	-0,119211**	-0,027674		
CREC POBLACIÓN	-301,9661**	-387,5126***	-1,20629***	-1,203198***	-0,022105***	-0,02721***	-298,9855**	-358,2789***	-1,227988***	-1,202847***	-0,021936***	-0,028238***
FERTILIDAD												
ALUM/PROF	-89,34762***	-66,57348***	-0,25818***	-0,173945***	-0,004198***	-0,00443***	-88,1299***	-66,90493***	-0,263792***	-0,175467***	-0,004473***	-0,004488***
EDUCTER25												
EDUCTERFL												
E(VIDA)	346,9282***	53,98681	0,748182***	0,047184	0,023146***	0,021198***	330,2033***	35,05181	0,745403***	-0,042953	0,023485***	0,021872***
MATRICULA PG												
MATRICULA SG												
COMEX												
EXPO	77,68794***	15,34623***	0,216971***	0,055445***	0,001321***	-0,0000345	79,20863***	15,59493***	0,219752***	0,05281***	0,001258***	-0,000186
TERMINTER												
CAPITALIZACIÓN	8,232832***	12,94146***	0,014096***	0,029739***	0,000252***	0,000337***	8,088013***	12,7474***	0,013713***	0,027696***	0,00025***	0,000336***
CREDITO												
EMP COTIZA BOLSA												
M2	7,996338***	1,18652	0,00906*	-0,002691			8,045272***	0,788542	0,009556**	-0,001477		
I+D												
PATENTES			0,00000584	0,00000243	0,000000292	1,76E-07			0,00000834	0,00000389		
GINI	7988,989*	-1599,68	35,94999***	8,855308	-0,399123**	-0,860894***	8806,804*	-571,3777	35,80892***	7,760941	-0,400895**	-0,867769***
HERITAGE	34,39738	-24,93269**	-0,005218	-0,092811***	0,003429***	0,002493***	30,32233	-29,78342**			0,003266***	0,002403***
FREEDOM FROM CORRUPTION									0,009787	0,022947		
PROPERTY RIGHTS									0,022847	-0,003205		
C	-16478,44***	-990,4999	-35,9599**	-1,87	8,053068***	8,189607***	-15320***	412,9032	-38,2858**	-2,392373	8,069811***	8,165767***
R CUADRADO	0,998155	0,980315	0,779434	0,416931	0,995817	0,89141	0,99815	0,980923	0,779972	0,403327	0,99582	0,893472
PRUEBA DE HAUSMAN	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

TABLA 13: ITERACIONES MODELO DATOS DE PANEL PARA EL PERIODO 2003-2012

	IT05						IT06						IT07					
Explicada	PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)		PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)		PIBpc		Var % PIBpc		Log(PIBpc)	
Explicativas	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio	fijos	aleatorio
CONVER	0,478252***	0,93263***	-0,001276***	-0,000184***					-0,001247***	-0,000182***					-0,001243***	-0,000171***		
INVERSION	150,6642***	112,8275***	0,609982***	0,415566***	0,00197*	0,002214**	120,2695***	119,8741***	0,61751***	0,41442***	0,001296	0,001349	132,1418***	133,0295***	0,615106***	0,406756***		
INVERSION R2																	0,001953**	0,001759**
DEFLACTOR																		
IPC																		
U	-165,8291***	-47,12996**	-0,321537***	-0,091136*	-0,014241***	-0,014157***	-308,4443***	-311,5475***	-0,307148***	-0,090961*	-0,014396***	-0,014806***	-316,3596***	-320,3662***	-0,311274***	-0,104956**	-0,014438***	-0,01495***
GOBIERNO					-0,001684**	-0,00691					-0,001698**	-0,007154					-0,002475***	-0,001924***
GOBIERNO NETO	-70,4269***	-23,0372**	-0,120232**	-0,06655**			-78,08017***	-68,12672***	-0,116254**	-0,066219**			-77,86927***	-67,86121***	-0,116459**	-0,06236**		
CREC POBLACIÓN	-329,6362**	-390,03724***	-1,163561***	-1,155695***	-0,008243	-0,00691	252,2439	280,1467	-1,226562***	-1,150524***					-1,222652***	-1,133913***		
FERTILIDAD																		
ALUM/PROF	-98,28571***	-68,354***	-0,262338***	-0,173787***	-0,006396***	-0,006787***	-177,1849***	-186,2631***	-0,258113***	-0,173329***	-0,006756***	-0,007154***	-167,5815***	-175,7107***	-0,255137***	-0,172296***	-0,006849***	-0,007257***
EDUCTER25																		
EDUCTERFL																		
E(VIDA)	335,516***	-2,482597	0,703584***	-0,06596	0,037475***	0,037348***	816,725***	772,3385***	0,766063***	-0,065703	0,036908***	0,036976***	843,6623***	800,7495***	0,769877***	-0,04598	0,037511***	0,037529***
MATRICULA PG																		
MATRICULA SG																		
COMEX																		
EXPO	79,34655***	15,59035***	0,212491***	0,050713***	0,001994***	0,002088***	103,1614***	108,7091***	0,205224***	0,050723***	0,002059***	0,002198***	101,7323***	107,3251***	0,205109***	0,048659***	0,002204***	0,002304***
TERMINTER																		
CAPITALIZACIÓN	7,34798***	11,68327***	0,013731***	0,027426***	0,000196***	0,000241***	4,230032**	4,785955**	0,01426***	0,027479***	0,000191***	0,00023***	4,283839**	4,847296**	0,014446***	0,028293***	0,000204***	0,000244***
CREDITO																		
EMP COTIZA BOLSA																		
M2	8,797452***	1,455599	0,007932	0,000318			15,71947***	17,78251***					15,50364***	17,57464***				
I+D																		
PATENTES																		
GINI	8714,227*	-386,2444			-0,255195	-0,532414***												
HERITAGE					0,005402***	0,005583***					0,005314***	0,005425***					0,004695***	0,004881***
FREEDOM FROM CORRUPTION	30,25168**	12,54908	0,013516	0,017159			76,55909***	87,84036***	0,008395	0,016669			78,45705***	89,88447***				
PROPERTY RIGHTS	19,94531	-1,100937																
C	-17265,5***	495,515	-24,14285*	4,624576	7,28067***	7,336257***	-3105,16***	-34138,28***	-28,92898**	4,601755	7,26579***	7,229198***	-38479,49***	-36663,71***	-28,75183**	3,985875	7,273111***	7,242301***
R CUADRADO	0,998208	0,981092	0,772116	0,40705	0,994437	0,74873	0,996703	0,760479	0,770463	0,406505	0,994374	0,745239	0,996682	0,758944	0,770409	0,403963	0,994441	0,747229
PRUEBA DE HAUSMAN	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0003	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0002	p-valor:	0,0000	p-valor:	0,0000

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

Para poder solucionar la autocorrelación de los errores aleatorios se debe agregar un esquema autorregresivo al modelo de datos de panel. Esto con el fin de poder asimilar el efecto que tienen los estimadores de Mínimos Cuadrados Generalizados, que a diferencia de los Mínimos Cuadrados Ordinarios, incorporan directamente cualquier información adicional con la que se cuente, como la naturaleza de la Heteroscedasticidad o de la autocorrelación, en el proceso de estimación (Gujarati & Porter, 2009; Perez, 2015).

Teniendo lo anterior en cuenta, es que se aplica en primer lugar un esquema autorregresivo de orden 1, tanto al modelo con el PIB per cápita y el logaritmo del PIB per cápita como variable dependiente, donde si bien el estadístico de Durbin-Watson muestra una mejora en su valor, ciertas variables como los proxy del capital humano, las instituciones, entre otros, resultan no ser significativos, por lo que se tienen que eliminar del modelo, es entonces donde se presenta el problema de que los residuos del modelo ya no siguen una distribución normal[90].

Para poder corregir el problema de la no distribución normal de los errores aleatorios, se aplica una transformación logarítmica al modelo, por lo que, ya no existe diferencia entre un modelo y el otro, en cuanto al uso de diferentes variables explicativas, ya que pasan a tener la misma variable explicada. Al aplicar la transformación, los residuos siguen sin tener una distribución normal, por lo que, se aplica un modelo autorregresivo de orden 2, con lo que mejoran la distribución de los errores, ya que ahora, tienen una distribución normal[91] y los errores no se encuentran correlacionados entre sí.

Al encontrar la manera adecuada de poder eliminar la correlación existente entre los errores aleatorios y además que estos sigan una distribución normal, es necesario volver a estimar los coeficientes de las variables explicativas, es decir, repetir el proceso del comienzo con la inclusión de todas las variables para ir analizando cómo se ajustan al modelo, ya que, al utilizar estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios, cuando existe autocorrelación de los residuos, en lugar de Mínimos Cuadrados Generalizados es probable que se establezca que un coeficiente es estadísticamente no significativo, aunque en realidad podría si serlo (Gujarati & Porter, 2009), lo que en definitiva es lo que ocurre con la variable explicativa crecimiento de la población (CREC POBLACIÓN), que ahora si cumple los niveles de significancia individual, mientras que el caso contrario se presenta con uno de las variables proxy de la calidad del capital humano, que corresponde a la proporción de alumnos por profesor (ALUM/PROF), que ahora resulta no ser

[90]Test Jarque-bera: p-valor = 0.0000; Kurtosis = 6.144199.
[91]Test Jarque-Bera: p-valor = 0.143541; Kurtosis = 3.571146.

estadísticamente significativo. Lo anterior ocurre debido a que para estos casos los estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios son ineficientes, ya que, no utilizan la varianza mínima.

TABLA 14: ITERACIONES MODELO DE DATOS DE PANEL PARA EL PERIODO 2003-2012

Explicada Explicativas	Log(PIBpc)
LOG(INVERSION)	0,112914***
LOG(U)	-0,06169***
LOG(GOBIERNO NETO)	-0,070497***
LOG(EXPO)	0,077868***
LOG(CAPITALIZACIÓN)	0,006531***
LOG(FREEDOM FROM CORRUPTION)	0,062180**
LOG(CREC POBLACIÓN)	-0,011858***
AR(1)	0,963674***
AR(2)	-0,153190***
C	9,963477***
R CUADRADO	0,9986
PRUEBA DE HAUSMAN	p-valor: 0,0000

Códigos de significatividad:
***: 0.00
**: 0.01
*: 0.05

Por lo tanto, luego de comenzar todo el proceso nuevamente se llega a un nuevo modelo (ver Tabla 14) que provee niveles de significatividad individual para cada una de las variables del 1% para la inversión, el desempleo, las exportaciones y el crecimiento de la población; mientras que para el gasto del Gobierno neto, la capitalización y la libertad frente a la corrupción presenta niveles de significancia por sobre el 5%. La variación de la variable endógena se ve explicada en un 99% por la variación de las variables explicativas. Adicionalmente el modelo cumple con los criterios necesarios para que los estimadores sean confiables, ya que, cumple con la hipótesis de media nula[92], los residuos tienen una distribución normal[93], no existe multicolinealidad perfecta entre las variables exógenas, no existe Heteroscedasticidad[94] y no existe autocorrelación de los residuos[95].

[92] P-valor = 1.000.
[93] Test Jarque-bera: p-valor = 0,295193; Kurtosis = 3.401542.
[94] Test de Heteroscedasticidad: Test Bartlett: p-valor = 0.9235; Test Levene: p-valor = 0.3813; Test Brown-Forsythe: p-valor= 0.4746.
[95] Test de Autocorrelación: Test de Durbin Watson = 2.365958, dl = 1.494, du=1.735, α = 0.005.

Por lo que el modelo se expresa de la siguiente manera:

ECUACIÓN 13

$$\log(PIBpc)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log(inversion)_{it} + \beta_2 (desempleo)_{it} + \beta_3 (gasto\ gobierno\ neto)_{it} + \beta_4 (exportaciones)_{it} + \beta_5 (capitalización)_{it} + \beta_6 (freedom\ from\ corruption)_{it} + \beta_7 (crecimiento\ población)_{it} + \mu_{it} + e_{it}$$

ECUACIÓN 14

$$\log(PIBpc)_{it} = 9{,}96 + 0{,}113 \log(inversion)_{it} - 0{,}082 (desempleo)_{it} - 0{,}071 (gasto\ gobierno\ neto)_{it} + 0{,}078 (exportaciones)_{it} + 0{,}0065 (capitalización)_{it} + 0{,}062 (freedom\ from\ corruption)_{it} - 0{,}012 (crecimiento\ población)_{it} + \mu_{i\,t} + e_{it}$$

Donde:

$\mu_{i\,t}$: Es de la forma, $\mu_{i\,t} = 0.964 * \mu_{it-1} - 0.163 * \mu_{i\,t-2}$

Para comprobar, en el caso de los estimadores de efectos fijos, si las variables *dummy* utilizadas para identificar cada sección de corte transversal asociada a una economía OCDE son o no son considerados diferentes, se utiliza el test de máxima verosimilitud para la redundancia de efectos fijos. Por lo que, se aplica el test respectivo rechazando la hipótesis nula, que dice que los efectos fijos de las economías de la OCDE son iguales. Para este caso en particular se puede establecer con un alto porcentaje de significatividad que los efectos fijos no son iguales[96]. Cada efecto fijo puede ser visto en la Tabla 15. Es necesario destacar que no se puede establecer efectos fijos en el tiempo cuando se utiliza modelos autorregresivos, es por esto que no se utiliza un test para los años en el presente modelo.

[96] Con un p-valor de 0.0000, como se puede apreciar en la tabla Tabla 15

TABLA 15: EFECTOS FIJOS DE CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012

Cross-section Fixed Effects

	PAIS	Effect		PAIS	Effect
1	ALEMANIA	0.162475	18	ISLANDIA	0.152783
2	AUSTRALIA	0.163087	19	ISRAEL	-0.132693
3	AUSTRIA	0.169686	20	ITALIA	0.127591
4	BELGICA	0.199211	21	JAPON	0.013597
5	CANADA	0.174295	22	LUXEMBURG	0.829894
6	CHILE	-0.582136	23	MEXICO	-0.769404
7	COREA	-0.277336	24	NORUEGA	0.484401
8	DINAMARCA	0.175089	25	NUEVA ZELA	-0.086408
9	ESLOVENIA	-0.203812	26	PAISES BAJO	0.185388
10	ESPAÑA	0.055826	27	POLONIA	-0.404203
11	ESTADOS UNI	0.459615	28	PORTUGAL	-0.189113
12	ESTONIA	-0.375875	29	REINO UNIDO	0.112956
13	FINLANDIA	0.133292	30	REPUBLICA C	-0.230182
14	FRANCIA	0.118289	31	REPUBLICA E	-0.251642
15	GRECIA	-0.056672	32	SUECIA	0.210611
16	HUNGRIA	-0.400243	33	SUIZA	0.304041
17	IRLANDA	0.279227	34	TURQUIA	-0.551633

En consecuencia, se presenta nuevamente el modelo econométrico de datos de panel, pero ahora considerando los efectos fijos de cada economía en el modelo, por lo que el modelo es el siguiente:

ECUACIÓN 15

$$
\begin{aligned}
\log(PIBpc)_{it} = 9{,}96 &+ 0{,}113\log(inversion)_{it} - 0{,}082log(desempleo)_{it} \\
&- 0{,}071log(gasto\ gobierno\ neto)_{it} + 0{,}078log(exportaciones)_{it} \\
&+ 0{,}0065log(capitalización)_{it} \\
&+ 0{,}062log(freedom\ from\ corruption)_{it} \\
&- 0{,}012(crecimiento\ población)_{it} + 0{,}162(Alemania) \\
&+ 0{,}163(Autralia) + 0.170(Austria) + 0{,}199(Béligca) \\
&+ 0{,}174(Canadá) - 0.582(Chile) - 0{,}277(Corea) \\
&+ 0{,}175(Dinamarca) - 0{,}204(Eslovenia) + 0{,}056(España) \\
&+ 0{,}460(USA) - 0{,}376(Estonia) + 0{,}133(Finalandia) \\
&+ 0{,}118(Francia) - 0.057(Grecia) - 0{,}4(Hungría) + 0{,}279(Irlanda) \\
&+ 0{,}153(Islandia) - 0{,}133(Israel) + 0{,}128(Italia) + 0{,}014(Japón) \\
&+ 0{,}83(Luxemburgo) - 0{,}769(México) + 0{,}484(Noruega) \\
&- 0{,}086(Nueva\ Zelanda) + 0{,}185(Países\ Bajos) - 0{,}404(Polonia) \\
&- 0{,}189(Portugal) + 0{,}113(Reino\ Unido) - 0.23(República\ Checa) \\
&- 0{,}252(República\ Eslovaca) + 0{,}211(Suecia) + 0{,}304(Suiza) \\
&- 0{,}552(Turquía) + 0{,}964\mu_{i\,t-1} - 0{,}163\mu_{i\,t-2} + e_{it}
\end{aligned}
$$

Del modelo anterior se puede interpretar los coeficientes de la siguiente manera. Primero separando aquellos que tienen una relación directamente proporcional, sobre el crecimiento económico, de aquellas variables que tienen una relación inversa. Para el primer grupo se cuenta con la inversión, donde es posible apreciar que frente a variaciones en un punto porcentual, el PIB per cápita varían en un 0.113% en el mismo sentido en que se mueve la inversión, luego se tienen

las exportaciones, que frente a un aumento de 10% generan un aumento en el PIB per cápita de un 0.78%, para el caso de la capitalización en el mercado financiero se encuentra evidencia de que para el caso de los países OCDE, frente a una disminución en un punto porcentual el PIB per cápita se vería afectado en un 0.0065%, mientras que para el caso del índice de libertad frente a la corrupción, donde un mayor índice implica un país con menos corrupción, mientras que al mismo tiempo un índice bajo es un país con mayor corrupción. Entonces una caída en la corrupción (un aumento en el índice) de un 1% trae consigo un aumento en el PIB per cápita 0.0625%. Por otro lado, en el grupo de relación inversa con el crecimiento económico se tienen variables como el desempleo, que frente a un aumento de un punto porcentual del mismo, el PIB per cápita se reduce en 0.082%. Para el caso del gasto del gobierno neto como porcentaje del PIB, con una caída en el ratio del gasto de un 10% provocaría un aumento de un 0.71% del PIB per cápita. Mientras que un aumento en la tasa de crecimiento de la población en un punto porcentual, generaría una caída en el PIB per cápita de 0.012 puntos porcentuales.

Como es posible apreciar, la inversión sería la variable que más estimula el crecimiento económico, mientras que el desempleo es la que generaría una disminución mayor a medida que aumenta. Otro aspecto a destacar, es que eventualmente dedicar esfuerzos para reducir la corrupción en la misma cantidad en la que se desee aumentar la capitalización en el mercado bursátil, aumentaría en mayor proporción el PIB per cápita.

Como la heterogeneidad de cada economía queda expresada en sus respectivos interceptos (ver Tabla 15), economías como Estados Unidos (10.42), Alemania (10.122), Finlandia (10.093) y Dinamarca (10.135) se encuentran por sobre el intercepto promedio, mientras que economías como Chile (9.378), Corea (9.683), México (9.191) y Turquía (9.408) se ubican por debajo. Además de que ningún intercepto es igual al de otro, es ahí donde se denota aún más la diferencia de cada economía en administrar sus recursos disponibles.

Por lo tanto, las variables que serán utilizadas para la medición de la eficiencia, de las economías OCDE, con fronteras estocásticas son: la inversión, desempleo, gasto neto del Gobierno, exportaciones, capitalización, libertad frente a la corrupción y el crecimiento de la población, por ser las más significativas en la explicación del crecimiento económico para las economías de la OCDE en el periodo 2003-2012.

5.6 Fronteras Estocásticas y Eficiencia Técnica

De los análisis anteriores se han obtenido un conjunto de factores significativos y explicativos del crecimiento económico. Por lo anterior, a continuación se desarrollará una estimación de frontera de producción, para explicar el crecimiento económico de las economías miembros de la OCDE.

Para comenzar con el estudio, y dada la naturaleza de la metodología propuesta, se hace necesario presentar una serie de conceptos relacionados con la medición de la eficiencia técnica a través del uso de fronteras de producción estocásticas. A continuación se describirán algunos tópicos relacionados con esta metodología.

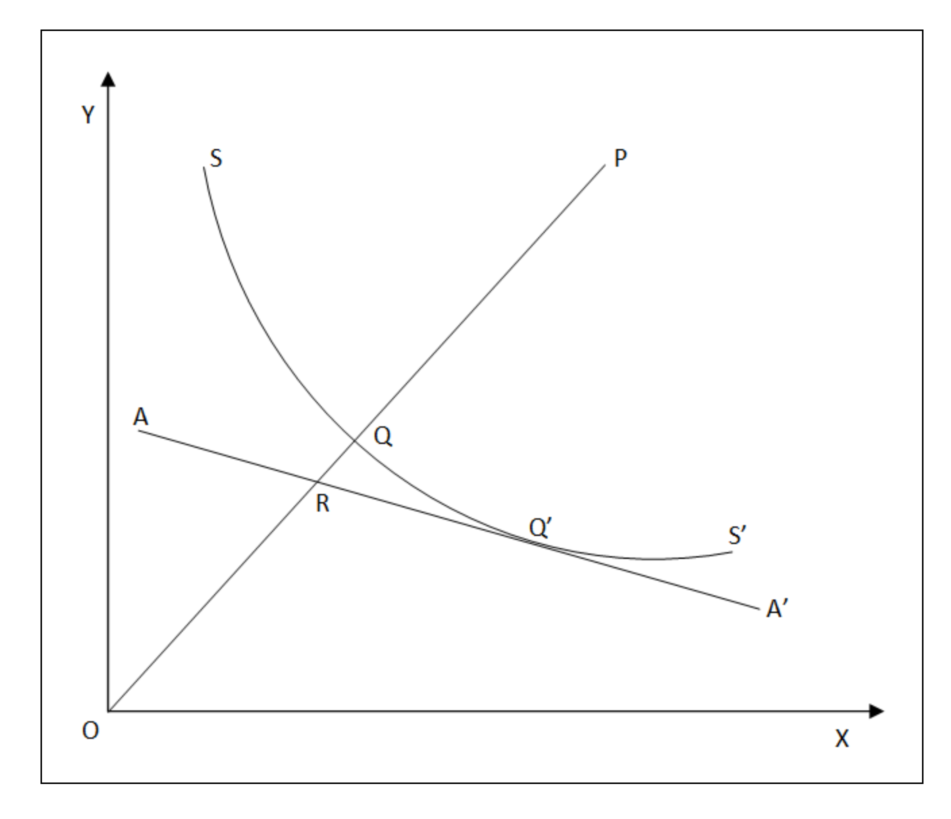
En relación a la medición de eficiencia por mucho tiempo se utilizó la productividad promedio del trabajo como una medida de eficiencia, para luego pasar a la construcción de "índices de eficiencia", donde el peso relativo promedio de los factores productivos (*inputs*) es comparado con el nivel de la producción (*output*) (Farrell, 1957).

Específicamente, la eficiencia técnica se refiere a la habilidad de minimizar el uso de input en la producción de un vector dado de output, o la habilidad de obtener el máximo output con un vector dado de input (Kumbhakar & Lovell, 2000).

Según Farrell (1957) cuando se habla sobre la eficiencia de una firma, usualmente se dice que es exitosa en la producción en la medida que logre un output más grande utilizando un conjunto dado de inputs. Suponga que una firma utiliza dos factores productivos para producir un único producto, bajo condiciones de retornos constantes a escala. Además que la función de producción eficiente es conocida, la que corresponde al output que podría ser obtenido por una firma perfectamente eficiente con cualquier combinación dada de inputs. La eficiencia técnica de las firmas reflejará la calidad de los inputs como también la eficiencia en la administración. La eficiencia técnica de una firma debe siempre reflejar la calidad de sus inputs, es imposible medir la eficiencia de su gestión totalmente separada de este factor. El autor, ejemplifica esta situación diciendo que es imposible identificar precisamente a que tanto se debe la fertilidad de una granja, si a la naturaleza o a una buena gestión agrícola.

La eficiencia técnica entonces es definida en relación a un conjunto de firmas dadas, con respecto a un conjunto de factores dados medidos en una manera específica, y cualquier cambio en estas especificaciones afectará la medición.

GRÁFICO 22: EFICIENCIA TÉCNICA Y EFICIENCA ASIGNATIVA



El supuesto de los retornos constantes a escala permite que toda la información relevante sea presentada en un diagrama simple de isocuantas. En el punto P representa los inputs de los dos factores por medida de output. La isocuanta SS’ representa las varias combinaciones de dos factores que una empresa perfectamente eficiente debería usar para producir una unidad de output. Ahora el punto Q representa una firma eficiente usando los dos factores en el mismo ratio o proporción que P. Puede ser visto que produce el mimo output que P usando solo una fracción de OQ/OP de cada factor. Por otro lado, podría también ser pensado como producir OP/OQ veces como mucho output desde el mismo input. Entones OQ/OP representa la eficiencia técnica de la Firma P. A medida que SS’ tenga pendiente negativa un aumento en el input por unidad de output de un factor productivo se traducirá en un nivel de eficiencia técnica más baja (ver GRÁFICO 22). Si AA’ tiene una pendiente igual a la del ratio de los precios de los dos factores productivos, Q’ y no Q sería el método óptimo de producción, aunque los dos puntos representa el 100% de eficiencia. Entonces mientras que Q’ corresponde a la eficiencia económica, ya que, como se mencionó anteriormente tiene en cuenta los precios, el punto Q representaría a lo que corresponde a eficiencia técnica, ya que, en este punto no existe ninguna otra combinación que utilice una cantidad menor de un factor y una no mayor de otro para generar una unidad de output.

Es Farrell (1957) el primero en realizar una distinción entre lo que corresponde a la eficiencia técnica de una firma y su eficiencia asignativa. Entonces la eficiencia

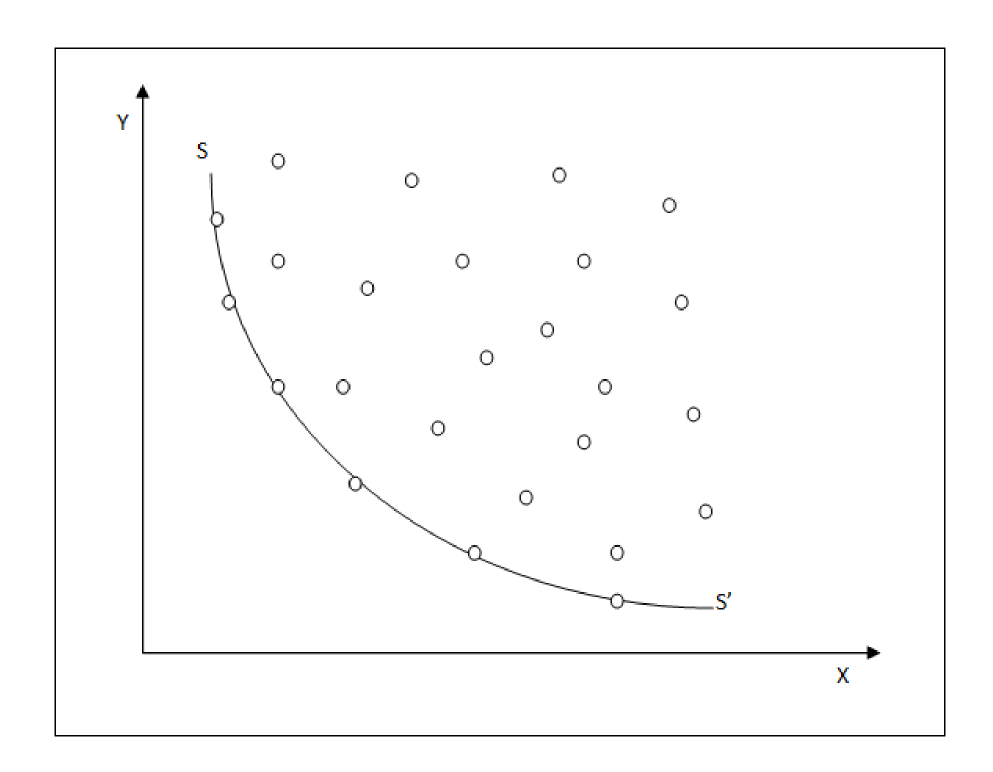
económica tendría en cuenta la variedad de factores utilizados en la mejor proporción, en función de sus precios[97].

El costo de producción en Q' será la fracción OR/OQ de Q, y normalmente este ratio será definido como eficiencia del precio en Q. Para moverse del punto Q al Q' la empresa iría reduciendo sus costos, manteniendo su eficiencia técnica constante, a un factor de OR/OQ, en medida que los precios se mantengan constantes.

En relación a lo anterior, las medidas de eficiencia han sido definidas bajo el supuesto que la función de producción eficiente es conocida. Es decir, que hay métodos que comparan el rendimiento observado de una firma con un estándar de eficiencia perfectamente establecido.

Entonces es necesario estimar una función de producción eficiente a partir de las observaciones de inputs y outputs de un número de firmas con el mismo supuesto de que cada firma representa una isocuanta, entonces el desempeño de las firmas, en relación al uso de los factores productivos X y Y por unidad de output, estará disperso en GRÁFICO 23. La función de producción eficiente será representada por una isocuanta y el problema es estimar una isocuanta eficiente desde el GRÁFICO 23. Si se puede asumir que la isocuanta es convexa hacia el origen no tiene ningún punto de la pendiente positiva, entonces la curva SS' será la menor curva estándar de eficiencia, que es consistente con los puntos observados y satisface los dos supuestos (Farrell, 1957).

GRÁFICO 23: ESTIMACIÓN DE ISOCUANTA EFICIENTE SEGÚN FARRELL



[97]Eficiencia Económica = Eficiencia Técnica + Eficiencia Asignativa.

La curva SS' en el GRÁFICO 22, será tomada como una estimación de la isocuanta eficiente. Según Farrell, será visto que este método de medición de la eficiencia técnica de una firma consiste en compararla con una firma hipotética la cual usa los factores en la misma proporción. La Firma hipotética está construida como el peso promedio de dos firmas observadas en el sentido que cada uno de sus inputs y outputs tengan el mismo peso promedio de las firmas observadas, los pesos son escogidos de manera de dar la proporción de factores deseados.

Para Farrell (1957) la definición escogida de la función de producción eficiente significa que la eficiencia técnica de una firma es relativa a un conjunto de firmas de las cuales su función es estimada. Entonces si se suman firmas al análisis estas podrían reducir, pero no aumentar, la eficiencia técnica de una firma dada. Esto es perfectamente natural, ya que, una firma podría ser altamente eficiente para los estándares en un determinado contexto, pero no para otros. Es importante notar que la simple heterogeneidad de los factores no importará en la medida que se distribuyan por todas las firmas.

Teniendo en cuenta lo anterior, es que diferentes autores con el transcurrir de los años, fueron desarrollando y mejorando diferentes ecuaciones y modelos para establecer una frontera de producción. De este modo es que en trabajos previos de la estimación paramétrica de la función de la frontera de producción, desarrollados por Aigner y Chu (1968), Afriat (1972), Richmond (1974) y Aigner, Amemiya y Poirier (1976). De donde se puede extraer de estos tres trabajo empíricos la siguiente función de producción:

ECUACIÓN 16

$$\mathrm{Y_I = F(X_I; B)}$$

Donde y_i es el máximo output obtenible por parte de x_i, que es el vector (no estocástico) de los inputs, y β es el parámetro desconocido del vector x_i a ser estimado. La estimación de β se realiza por medio de un método de programación matemática basada en datos de panel de las N firmas en la industria del trabajo, como en la investigación de Aigner y Chu (1968) donde buscan presentar una estimación técnica que permita a los economistas hacer una interpretación tradicional de una estimación empírica de una función de micro producción, donde subyace que el proceso de producción es asumido determinístico.

La especificación de una frontera determinista, como la de Aigner y Chu, tiene el problema de ser determinística, y al serlo no toma en cuenta los errores de medición y otras fuentes de ruido estadístico, todas las desviaciones de la frontera son asumidas como un resultado de ineficiencia técnica. La frontera determinista

representa fielmente el contenido teórico de una función microeconómica de producción. La imposibilidad de que las observaciones superen el máximo representado por la frontera de producción queda reflejado en estos modelos en la forma de la distribución del término error, la que se especifica como una perturbación de una solo cola (Montoya y Soto, 2011).

Aun así, Aigner y Chu (1968), asumen que los inputs son aplicados en un punto del tiempo y el output aparece en un punto del tiempo más adelante. La función de producción establece el límite máximo de un output, el cual una firma espera obtener a un cierto nivel de factores combinados dados de conocimiento tecnológico durante el periodo de producción.

Aigner y Chu (1968) establecen tres motivos por los que muchos de los output de las firmas se ubican bajo la frontera. (1) debido a eventos aleatorios en el proceso de producción, por ejemplo, algunas partes de un producto pueden ser dañados por una manipulación poco cuidadosa o por el resultado de productos defectuosos. (2) debido a la diferencia en la eficiencia técnica, una razón para tales diferencias deriva de la variedad en la posesión de equipos de capital, tanto en cantidad como en antigüedad, según los autores, las firmas más grandes tienden a tener una posición ventajosa para renovar sus equipos, porque tienen un mejor sistema de autofinanciamiento, además de poder obtener acceso a créditos en mejores términos, sumado a que los nuevos equipos reflejan mejoras técnicas, es por esto que las firmas grandes tienden a ser más eficientes. (3) debido a las diferencias en la eficiencia económica o asignativa, ya que, con una función de producción y condiciones de mercado dadas, la firma debería producir a un cierto nivel de output para maximizar sus beneficios, en el caso de que las condiciones de mercado cambiaran, los niveles de input y output deberían ser ajustados con concordancia para asegurar la maximización de beneficios. Sin embargo la habilidad para hacer ese tipo de ajustes difícilmente se presenta de igual forma en todas las firmas por igual.

Donde estos autores sugieren la minimización de:

ECUACIÓN 17

$$\sum_{i=1}^{N} y_i - f(x_i;\beta)$$

Sujeto a que $y_i \leq f(x_i;\beta)$, la cual presentaría un problema de programación lineal si $f(x_i;\beta)$ es lineal en β, entonces alternativamente se sugiere la minimización de:

ECUACIÓN 18

$$\sum_{i=1}^{N}[y_i - f(x_i;\beta)]^2$$

Sujeto a la misma restricción, la cual será un problema de programación cuadrática si $f(x_i;\beta)$ es lineal.

Con la finalidad de caracterizar las diferencias entre los montos de output de las firmas con un idéntico vector de input, o para explicar cómo los output de una firma dada se ubica por debajo de la frontera, $f(x_i;\beta)$, donde el término de la perturbación ha sido asumido implícitamente. El problema de esta metodología es que sería demasiado sensible a los datos atípicos, además de que algunas de observaciones específicas se ubican sobre la frontera, y la selección de esta proporción es esencialmente arbitraria, carente de justificación económica o estadística explícita (Aigner, et al., 1977).

En orden de dar al modelo una base estadística Schmidt (1976) se encargó de explicitar un error en la función $y_i = f(x_i;\beta)$, quedando expresada como:

ECUACIÓN 19

$$y_i = f(x_i;\beta) + \varepsilon_i i = 1, \dots, N$$

Donde $\varepsilon_i \leq 0$, asumiendo una distribución dada para el término del error, el modelo entonces puede ser estimado por medio de la técnica de máxima verosimilitud. En particular el supuesto de que $-\varepsilon_i$ tiene una distribución exponencial, que conduce a la técnica de programación lineal, mientras que el supuesto de que $-\varepsilon_i$ tiene una distribución media normal, conduce a la técnica de programación cuadrática.

El problema estaría en que las condiciones regulares de las aplicaciones de la máxima verosimilitud no son respetadas, en particular $y_i \leq f(x_i;\beta)$, el rango aleatorio de la variable y que depende de los parámetros a ser estimados. Por lo que no se podría recurrir a los teoremas fundamentales para determinar la distribución asintótica de la estimación del parámetro (Aigner, et al., 1977).

Entonces Aigner, Amemiya y Poirier (1976) construyen una estructura más razonable del error, donde asumen que:

ECUACIÓN 20

$$\varepsilon_i \begin{cases} \frac{\varepsilon_i^*}{\sqrt{(1-\theta)}}; & si\ \varepsilon_i^* > 0 \\ \frac{\varepsilon_i^*}{\sqrt{\theta}}; & si\ \varepsilon_i^* \leq 0 \end{cases} \qquad i = 1, \dots, N$$

Donde los errores ε_i^* son independientes y normalmente distribuidos (de las variables aleatorias) con media cero y varianza σ^2 para $0 < \theta < 1$. De otra manera ε_i^* tiene cualquiera de los dos, negativo o positivo con una distribución normal truncada, cuando $\theta = 1$ o $\theta = 0$, respectivamente. La justificación utilizada para esta especificación del error de esta forma, es que las firmas difieren en su producción de y por un conjunto de valores de inputs según su variación aleatoria. Por un lado está la habilidad de la firma para usar las "mejores prácticas" en la tecnología, lo que sería la fuente de una parte del error.

Es entonces que Aigner, Lovell y Schmidt (1977) representan la siguiente forma funcional de la frontera estocástica de producción.

ECUACIÓN 21

$$y_i = f(x_i;\beta) + \varepsilon_i\ i = 1, \dots, N$$

ECUACIÓN 22

$$\varepsilon_i = v_i + \mu_i i = 1, \dots, N$$

Donde el componente del error, v_i, representa la perturbación simétrica. Donde se asume como independiente e idénticamente distribuido como $N(0, \sigma_v^2)$. El componente del error, μ_i, se asume independientemente distribuido de v_i y satisface $\mu_i \leq 0$.

La lógica económica detrás de esta especificación es que el proceso de producción está sujeto a dos distribuciones aleatorias económicamente distinguibles, con diferentes características. La distribución no positiva $\mu_i$expresa el hecho de que el output de cada firma debe ubicarse por debajo de la frontera $[f(x_i;\beta) + v_i]$. Esto refleja todas las desviaciones en los resultados de factores bajo el control de la firma, como la ineficiencia técnica y económica, la voluntad y el esfuerzo de los productores y sus empleados, como también podrían ser inputs y/o factores productivos defectuosos y productos finales dañados (ver GRÁFICO 24).

La inclusión del término v_i por parte de Aigner, Lovell y Schmidt (1977), consideran que con una distribución aleatoria $v_i \leq 0$ o $v_i \geq 0$, siendo un resultado favorable como desfavorable frente a eventos externos que no están bajo el control de la firma, como el clima, huelgas, topografía del lugar, desempeño de

maquinarias, suerte, entre otros. Por otro lado, errores de observación y medición en y también serán una fuente para este error $v_i \leq 0$ o $v_i \geq 0$.

Las dos implicancias que tiene este método, según los autores, es que se podría estimar las varianzas de μ_i y v_i, para obtener una evidencia de sus tamaños relativos. Mientras que por otro lado se concluye que, la eficiencia productiva debería ser medida, en principio, por el ratio $y_i/[f(x_i;\beta)+v_i]$ en lugar de $y_i/[f(x_i;\beta)]$.

GRÁFICO 24: FRONTERA DETERMINISTA Y FRONTERA ESTOCÁSTICA

Fuente: Gráfico extraído de An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis.

Según Aigner, Lovell y Schmidt (1977), la importancia entre el uso de $y_i/[f(x_i;\beta)+v_i]$ y $y_i/[f(x_i;\beta)]$es que hace la diferencia entre ineficiencia productiva y otras fuentes de error que están lejos del control de la firma. Por ejemplo un granjero que ve diezmada su cosecha por una sequía o una tormenta, incluso para el caso de países con un hecho como el terremoto de Japón en 2011 y Chile en 2010, en el caso del uso de $y_i/[f(x_i;\beta)+v_i]$, este granjero sería alguien con mala suerte que se vio afectado por un evento aleatorio que no está bajo el control de él, lo mismo ocurriría para el caso de Japón y Chile. Mientras que en el caso de utilizar $y_i/[f(x_i;\beta)]$ este granjero y/o países tendría una producción ineficiente.

Derivado de lo anterior, es que se puede concluir que el nombre de fronteras estocásticas, se recibe debido a que los valores de los output pueden estar por sobre la frontera, donde el error o ruido estadístico puede ser positivo o negativo, y

por este mismo motivo que el output de la frontera estocástica varía en relación a la parte determinista del modelo (Coelli, et al., 2005), como es posible apreciar en el GRÁFICO 24.

Como se aprecia en el GRÁFICO 24, los valores de la frontera estocástica están indicados por los círculos con “X”. Es claro que el output de la frontera de la firma A está por sobre la parte determinista de la frontera de producción, solo porque el efecto del ruido es positivo, mientras que el output de la frontera de la firma B está por debajo de la parte determinista de la frontera de producción, debido a que el efecto del ruido es negativo. También puede ser visto como que el output observado de la firma A está por debajo de la parte determinista de la frontera, ya que, la suma del efecto del ruido y de la ineficiencia resulta negativa.

La frontera estocástica niega la naturaleza estrictamente determinista del proceso productivo. La existencia de un conjunto de factores que escapan al control de la unidad económica justifica el rechazo de una postura estrictamente determinista. Como se explicó anteriormente y como aprecia en el GRÁFICO 24, las observaciones pueden ubicarse tanto por sobre la frontera determinista de producción o por debajo, dado que la frontera estocástica matiza las restricciones teóricas de la frontera determinista por el reconocimiento de causas aleatorias que no constituyen eficiencia (Montoya & Soto, 2011).

5.6.1 Fronteras Estocásticas y Datos de Panel

Los conjuntos de datos de panel, usualmente contienen más información que los datos de corte transversal. Es por esto, que al utilizar estos datos se espera que los estimadores de los parámetros desconocidos y los predictores de eficiencia técnica sean más eficientes (Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli, et al., 2005).

El uso de datos de panel permite relajar algunos de los supuestos de distribución que eran necesarios para separar el efecto de ineficiencia del ruido o error. Al utilizar datos de panel también se obtienen predicciones consistentes de la eficiencia técnica, ya que, al aumentar el número de periodos de tiempo manteniendo fijos el número de cortes transversales, se cuenta con más información para estimar el mismo número de efectos de ineficiencia, por lo que, la varianza de los predictores deberían decrecer (Coelli, et al., 2005).

Es importante tener en cuenta que existen dos maneras de estimar la eficiencia con datos de panel. La primera es con el supuesto de que la eficiencia no cambia durante un determinado horizonte de tiempo. La segunda forma, sostiene el supuesto de que la eficiencia técnica si cambia en un determinado horizonte de

tiempo. Para la presente investigación se utilizará la metodología con el supuesto de que la eficiencia técnica si varía en el tiempo, dado que, el supuesto de que la eficiencia técnica es constante en el tiempo, es un supuesto difícil de mantener, particularmente cuando se opera en entornos competitivos. Es por esto que mientras más largo sea el panel de datos es más deseable que este supuesto no se mantenga, ya que, es menos probable que la tecnología se mantenga constante (Kumbhakar & Lovell, 2000).

Debido a lo anterior, es de esperar que los administradores de recursos aprendan en base a su experiencia, y que por otro lado, los niveles de eficiencia técnica cambien sistemáticamente en el tiempo, además estos cambios se hacen más notorios a medida que el horizonte de evaluación es más amplio, como se mencionó anteriormente (Coelli, et al., 2005).

5.6.2 Medición de la Eficiencia Técnica con Fronteras Estocásticas

Para estimar los niveles de eficiencia técnica de las 34 economías pertenecientes a la OCDE, para el periodo 2003-2012, se estimarán dos formas funcionales. Estas formas funcionales corresponden a la función de producción de Cobb-Douglas y Translogarítmica, son las formas comúnmente utilizadas en la literatura (Kumbhakar & Lovell, 2000; Pestana & Gardía-del-Barro, 2008; Afriat, 1972; Albriktsen & Førsund, 1990).

ECUACIÓN 23

$$\ln(y_i) = X_i\beta - \mu_i$$

Donde:

$\ln(y_i)$: Logaritmo del output (escalar) de la firma i.

X_i: (K+1) vector fila, cuyo primer elemento es 1 y los elementos restantes son los logaritmos de los K-cantidades de inputs usados por la i-ésima firma.

β: (K+1) vector columna de parámetros desconocidos a ser estimados.

μ_i: Variable aleatoria no negativa, asociada con la ineficiencia técnica en producción de firmas en la industria involucrada.

ECUACIÓN 24

$$\ln(Y) = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln(X_i) + 0{,}5 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} \ln(X_i) \ln(X_j) + \mu_i + v_i$$

Donde:

Y: es la medida del output.

$X_i X_j$: medida de los inputs.

$\mu_i + v_i$: medida de la ineficiencia, se asume distribuida como una forma distribucional semi-normal

Antes de definir cuál será la forma funcional a utilizar, se obtendrá para cada función si existe o no ineficiencia técnica en cada uno de los modelos estimados, lo anterior a través del test de Kodde y Palm (1986). Donde la hipótesis nula establece la ausencia de ineficiencia, mientras que la hipótesis alternativa establece que si existe ineficiencia técnica, como se aprecia a continuación:

ECUACIÓN 25

$$H_0: \sigma^2 = 0$$

$$H_1: \sigma^2 > 0$$

Luego del test de ineficiencia técnica, se estima el test unilateral del ratio de probabilidad, donde se requiere la estimación del modelo bajo la hipótesis nula y alternativa (Coelli, et al., 2005).

ECUACIÓN 26

$$LR = -2\left\{Ln\left[\frac{L(H_0)}{L(H_1)}\right]\right\} = -2\{Ln[L(H_0)] - Ln[L(H_1)]\}$$

Donde $L(H_0)$ y $L(H_1)$, son los valores de la función de verosimilitud bajo la hipótesis nula y alternativa respectivamente. Bajo la hipótesis nula, el modelo es equivalente a la función Cobb-Douglas, mientras que la hipótesis alternativa equivale a la función translogarítmica. La hipótesis nula de este test establece que la forma funcional Cobb-Douglas es una representación adecuada, mientras que la hipótesis alternativa establece que la forma funcional translogarítmica es una representación adecuada.

5.6.2.1 Función Cobb-Douglas

La función de producción Cobb-Douglas (Nicholson, 1997), es una función que tiene una elasticidad igual a 1. Las isocuantas asociadas a esta función en particular, tienen una forma convexa, lo que permite encontrar una óptima combinación de factores productivos.

Teniendo lo anterior en consideración, es que se pasa realizar el test de ausencia de ineficiencia técnica. Donde se tiene un número de restricciones igual a 3 y un

ratio de verosimilitud de 1.155,48. Por lo tanto, para la función Cobb-Douglas se rechaza la hipótesis nula de ausencia de ineficiencia, con un 99% de confianza.

Entonces la función de producción Cobb-Douglas para las economías de la OCDE quedaría expresada de la siguiente manera:

ECUACIÓN 27

$$\ln(PIB_{pc}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(INVERSIÓN_{it}) + \beta_2 \ln(U_{it}) + \beta_3 \ln(GOBIERNO\ NETO_{it}) + \beta_4 \ln(CREC\ POBLACIÓN_{it}) + \beta_5 \ln(EXPO_{it}) + \beta_6 \ln(CAPITALIZACIÓN_{it}) + \beta_7 \ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION_{it}) + v_{it} + \mu_{it}$$

TABLA 16: COEFICIENTES ESTIMADOS CON LA FORMA FUNCIONAL COBB-DOUGLAS

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	5,87E+04	1,01E+00	5,84E+04
INVERSIÓN	-2,73E+00	2,92E+00	-9,34E-01
U	-5,77E+02	3,28E+00	-1,76E+02
GOBIERNO NETO	9,01E-01	4,09E+00	2,20E-01
CREC POBLACIÓN	-2,01E+03	5,57E+00	-3,60E+02
EXPO	-2,10E+01	4,43E+00	-4,74E+00
CAPITALIZACIÓN	6,41E+02	1,29E+00	4,95E+02
FREEDOM FROM CORRUPTION	2,96E+00	4,66E+00	6,35E-01
sigma-squared	3,32E+08	1,00E+00	3,32E+08
gamma	9,65E-01	2,79E-03	3,46E+02
mu	3,33E-02	1,00E+00	3,33E-02
eta	5,38E-03	4,13E-03	1,30E+00

En la Tabla 16 se aprecia la estimación de los coeficientes con la función Cobb-Douglas, donde dentro de las distintas apreciaciones que se pueden derivar, está el coeficiente positivo de eta, el que sugiera que existen mejoras en la eficiencia técnica durante el horizonte de evaluación año a año, sin embargo esta conclusión no tiene validez aún, ya que esta forma funcional no ha sido comprobada que sea estadísticamente la correcta. Para el caso del coeficiente de mu, el que indica la existencia de ineficiencia técnica, lo que deriva en que las economías se ubiquen por bajo su frontera de producción, resulta no ser estadísticamente distinto de cero. Mientras que para el caso del coeficiente de gamma, resulta si ser estadísticamente distinto de cero, por lo que su valor indicaría lo que es conocido como ruido estadístico, lo que corresponde a errores en la medición y el tratamiento de los datos, o por la existencia de factores aleatorios como se mencionó anteriormente, lo que provoca que pueda ubicarse por sobre o por debajo de la frontera de producción.

5.6.2.2 Función Translogarítmica

La función de producción Translogarítmica o Translog (Nicholson, 1997), es una función flexible, en donde es posible establecer y/o suponer cualquier tipo de rendimiento a escala, al igual que la función Cobb-Douglas.

Puesto que la función de producción translogarítmica incorpora un gran número de posibilidades de sustitución entre varios factores, se ha utilizado ampliamente para analizar la forma en que los trabajadores recién incorporados pueden sustituir a los trabajadores existentes.

Teniendo lo anterior en consideración, es que se pasa a realizar el test de ausencia de ineficiencia, con un número de restricciones igual a 3 y un ratio de verosimilitud de 611.26. Por lo tanto, para la función Translogarítmica se rechaza la hipótesis nula de ausencia de ineficiencia, con un 99% de confianza, al igual que para el caso de la función Cobb-Douglas.

En la Tabla 17, es posible apreciar los coeficientes estimados para la función Translogarítmica, que al igual que para el caso de la función Cobb-Douglas, es posible apreciar que existen mejoras en la eficiencia técnica durante el tiempo, esto se deriva del coeficiente positivo que tiene eta. Para el caso de mu se exhibiría que si existe un efecto de ineficiencia que deriva en que las economías se encuentren por debajo de su función de producción, mientras que gamma indica que existen efectos aleatorios que provocan que las economías se ubiquen tanto por sobre como por bajo sus respectivas fronteras de producción. Por lo que solo sería necesario confirmar cual es la forma funcional adecuada para la naturaleza analizada, lo que se comprobará a continuación.

Aplicando el test unilateral del ratio de probabilidad, se obtiene un valor de 7574.33 con un valor crítico de 41.334. Por lo tanto, al ubicarse por sobre el valor crítico se rechaza la hipótesis nula y se acepta el uso de la función Translogarítmica con un 95% de confianza.

TABLA 17: COEFICIENTES ESTIMADOS CON LA FORMA FUNCIONAL TRANSLOGARÍTMICA

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	9,61E+00	1,28E+00	7,48E+00
INVERSIÓN	-1,03E-02	3,04E-04	-3,38E+01
U	4,62E-01	3,68E-01	1,25E+00
GOBIERNO NETO	4,64E-03	3,71E-03	1,25E+00
CREC POBLACIÓN	-3,33E-01	2,32E-01	-1,44E+00
EXPO	-3,23E-03	2,32E-03	-1,40E+00
CAPITALIZACIÓN	-9,37E-01	3,02E-01	-3,11E+00
FREEDOM FROM CORRUPTION	-9,12E-03	3,07E-03	-2,97E+00
0,5*Ln(IINVERSIÓN)^2	3,95E-02	2,20E-01	1,79E-01
0,5*Ln(U)^2	5,29E-04	2,19E-03	2,42E-01
0,5*Ln(GOBIERNO NETO)^2	3,68E-01	1,66E-01	2,22E+00
0,5*Ln(CREC POBLACIÓN)^2	3,71E-03	1,74E-03	2,14E+00
0,5*Ln(EXPO)^2	-9,50E-02	9,46E-02	-1,00E+00
0,5*Ln(CAPITALIZACIÓN)^2	-1,03E-03	9,74E-04	-1,05E+00
0,5*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)^2	8,25E-01	2,86E-01	2,88E+00
Ln(INVERSIÓN)*Ln(U)	8,09E-03	2,99E-03	2,70E+00
Ln(INVERSIÓN)*Ln(GOBIERNO NETO)	-5,01E-02	4,77E-02	-1,05E+00
Ln(INVERSIÓN)*Ln(CREC POBLACIÓN)	-5,84E-04	4,80E-04	-1,22E+00
Ln(INVERSIÓN)*Ln(EXPO)	2,06E-01	8,50E-02	2,43E+00
Ln(INVERSIÓN)*Ln(CAPITALIZACIÓN)	2,08E-03	8,48E-04	2,45E+00
Ln(INVERSIÓN)*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)	-2,76E-02	7,35E-02	-3,75E-01
Ln(U)*Ln(GOBIERNO NETO)	-2,84E-04	7,47E-04	-3,79E-01
Ln(U)*Ln(CREC POBLACIÓN)	-4,92E-02	4,46E-02	-1,10E+00
Ln(U)*Ln(EXPO)	-5,23E-04	4,82E-04	-1,09E+00
Ln(U)*Ln(CAPITALIZACIÓN)	2,59E-02	2,70E-02	9,59E-01
Ln(U)*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)	1,94E-04	3,17E-04	6,12E-01
Ln(GOBIERNO NETO)*Ln(CREC POBLACIÓN)	-2,17E-01	9,32E-02	-2,33E+00
Ln(GOBIERNO NETO)*Ln(EXPO)	-2,17E-03	9,23E-04	-2,35E+00
Ln(GOBIERNO NETO)*Ln(CAPITALIZACIÓN)	1,23E-01	5,08E-02	2,41E+00
Ln(GOBIERNO NETO)*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)	1,20E-03	5,40E-04	2,22E+00
Ln(CREC POBLACIÓN)*Ln(EXPO)	5,84E-02	3,60E-02	1,62E+00
Ln(CREC POBLACIÓN)*Ln(CAPITALIZACIÓN)	5,24E-04	4,17E-04	1,26E+00
Ln(CREC POBLACIÓN)*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)	-4,10E-02	2,87E-02	-1,43E+00
Ln(EXPO)*Ln(CAPITALIZACIÓN)	-4,29E-04	3,45E-04	-1,24E+00
Ln(EXPO)*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)	1,48E-02	1,75E-02	8,48E-01
Ln(CAPITALIZACIÓN)*Ln(FREEDOM FROM CORRUPTION)	2,05E-04	2,34E-04	8,76E-01
sigma-squared	7,09E-02	7,06E-03	1,00E+01
gamma	9,94E-01	1,31E-03	7,59E+02
mu	5,31E-01	8,22E-02	6,46E+00
eta	1,80E-02	2,12E-03	8,51E+00

Entonces la función de producción Translogarítmica para las economías de la OCDE quedaría expresada de la siguiente manera:

ECUACIÓN 28

$$
\begin{aligned}
\ln(PIB_{pc}) = {} & \beta_0 + \beta_1 \ln(INVERSIÓN_{it}) + \beta_2 \ln(U_{it}) + \beta_3 \ln(GOBIERNO\ NETO_{it}) \\
& + \beta_4 \ln(CREC\ POBLACIÓN_{it}) + \beta_5 \ln(EXPO_{it}) \\
& + \beta_6 \ln(CAPITALIZACIÓN_{it}) \\
& + \beta_7 \ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION_{it}) + \beta_8 0.5 \ln(INVERSIÓN_{it}^2) \\
& + \beta_9 0.5 \ln(U_{it}^2) + \beta_{10} 0.5 \ln(GOBIERNO\ NETO_{it}^2) \\
& + \beta_{11} 0.5 \ln(CREC\ POBLACIÓN_{it}^2) + \beta_{12} 0.5 \ln(EXPO_{it}^2) \\
& + \beta_{13} 0.5 \ln(CAPITALIZACIÓN_{it}^2) \\
& + \beta_{14} 0.5 \ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION_{it}^2) \\
& + \beta_{15}(ln(INVERSIÓN)_{it} ln(U)_{it}) \\
& + \beta_{16}(ln(INVERSIÓN)_{it} ln(GOBIERNO\ NETO_{it}) \\
& + \beta_{17}(ln(INVERSIÓN)_{it} ln(CREC\ POBLACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{18}(ln(INVERSIÓN)_{it} ln(EXPO)_{it}) \\
& + \beta_{19}(ln(INVERSIÓN)_{it} ln(CAPITALIZACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{20}(ln(INVERSIÓN)_{it} ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION)_{it}) \\
& + \beta_{21}(ln(U)_{it} ln(GOBIERNO\ NETO)_{it}) \\
& + \beta_{22}(ln(U)_{it} ln(CREC\ POBLACIÓN)_{it}) + \beta_{23}(ln(U)_{it} ln(EXPO)_{it}) \\
& + \beta_{24}(ln(U)_{it} ln(CAPITALIZACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{25}(ln(U)_{it} ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION)_{it}) \\
& + \beta_{26}(ln(GOBIERNO\ NETO)_{it} ln(CREC\ POBLACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{27}(ln(GOBIERNO\ NETO)_{it} ln(EXPO)_{it}) \\
& + \beta_{28}(ln(GOBIERNO\ NETO)_{it} ln(CAPITALIZACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{29}(ln(GOBIERNO\ NETO)_{it} ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION)_{it}) \\
& + \beta_{30}(ln(CREC\ POBLACIÓN)_{it} ln(EXPO)_{it}) \\
& + \beta_{31}(ln(CREC\ POBLACIÓN)_{it} ln(CAPITALIZACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{32}(ln(CREC\ POBLACIÓN)_{it} ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION)_{it}) \\
& + \beta_{33}(ln(EXPO)_{it} ln(CAPITALIZACIÓN)_{it}) \\
& + \beta_{34}(ln(EXPO)_{it} ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION)_{it}) \\
& + \beta_{35}(ln(CAPITALIZACIÓN)_{it} ln(FREEDOM\ FROM\ CORRUPTION)_{it}) \\
& + v_{it} + \mu_{it}
\end{aligned}
$$

La variable de la tasa de desempleo (U) y del gasto del Gobierno neto (GOBIERNO NETO) tienen una significancia, por poco bajo el valor crítico pero se decide que mantener ambas variables en el modelo[98].

Luego de haber especificado la forma funcional que permite modelar de mejor manera la frontera de crecimiento económico de las economías miembro de la OCDE, es posible calcular un ranking de eficiencia técnica. Lo anterior se aprecia en la Tabla 18 y en el GRÁFICO 25, donde se muestra los niveles de eficiencia

[98]El valor crítico es de 90% de seguridad y para el caso de estas variables son significativas con un 89.44%.

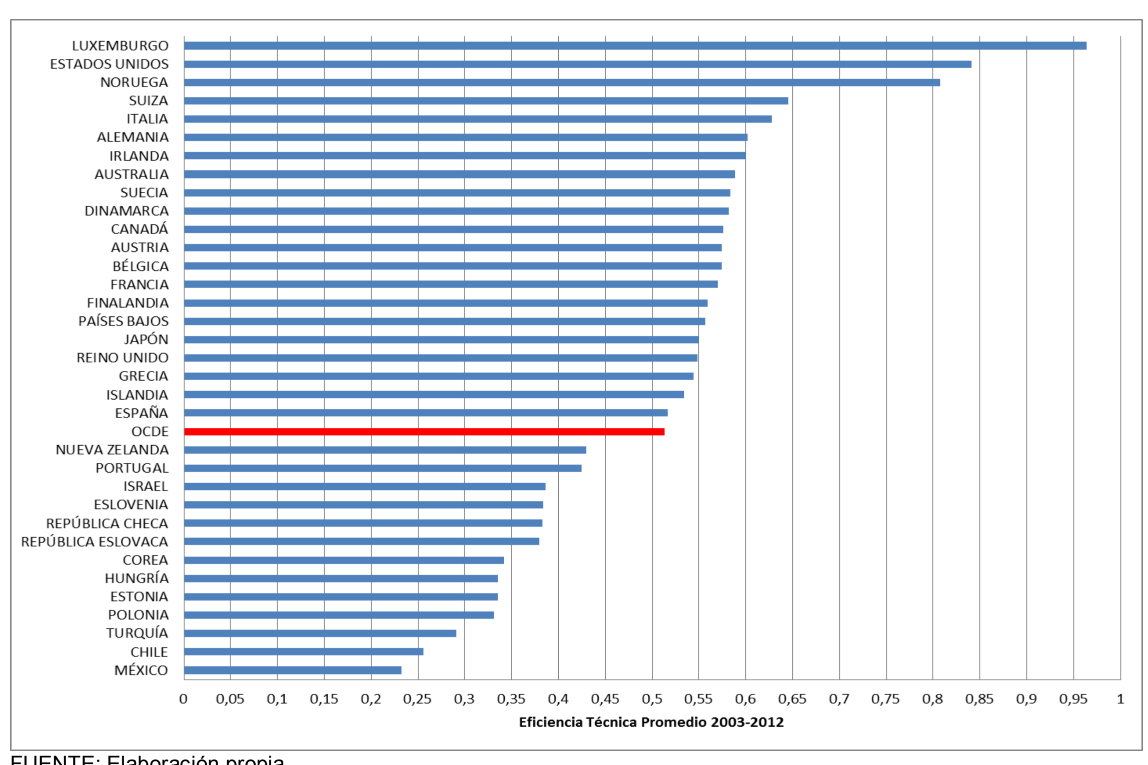
promedio durante el periodo transcurrido entre los años 2003 a 2012, para cada economía. Además es posible apreciar el promedio OCDE (destacado en la Tabla 18), que representa el promedio de las 34 economías miembro.

TABLA 18: RANKING EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO PARA LAS 34 ECONOMÍAS OCDE PERIODO 2003-2012

PAÍSES	PROMEDIO	PAÍSES	PROMEDIO	PAÍSES	PROMEDIO	PAÍSES	PROMEDIO	PAÍSES	PROMEDIO
LUXEMBURGO	0,964	AUSTRALIA	0,589	FINALANDIA	0,560	OCDE	0,513	COREA	0,342
ESTADOS UNIDOS	0,841	SUECIA	0,583	PAÍSES BAJOS	0,556	NUEVA ZELANDA	0,429	HUNGRÍA	0,335
NORUEGA	0,808	DINAMARCA	0,581	JAPÓN	0,550	PORTUGAL	0,424	ESTONIA	0,335
SUIZA	0,645	CANADÁ	0,576	REINO UNIDO	0,548	ISRAEL	0,386	POLONIA	0,331
ITALIA	0,628	AUSTRIA	0,574	GRECIA	0,545	ESLOVENIA	0,384	TURQUÍA	0,291
ALEMANIA	0,602	BÉLGICA	0,574	ISLANDIA	0,534	REPÚBLICA CHECA	0,383	CHILE	0,256
IRLANDA	0,601	FRANCIA	0,571	ESPAÑA	0,516	REPÚBLICA ESLOVACA	0,379	MÉXICO	0,232

De los resultados de la Tabla 18, es posible observar que ningún país logra tener el 100% de eficiencia. El país más eficiente resulta ser Luxemburgo (0.964), seguido de Estados Unidos (0.841), mientras que las economías más ineficientes son las de México (0.232) y Chile (0.256), las dos únicas economías miembro de la OCDE que pertenecen a Latinoamérica. También es posible apreciar que las economías miembro de la OCDE que son del este de Europa[99], tienen niveles de eficiencia técnica relativamente menores que las economías miembro de la OCDE que son del norte y centro de Europa[100]. Además el promedio OCDE (0.513) para el periodo en estudio esta destacado en la Tabla 18.

GRÁFICO 25: RANKING EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO ECONOMÍAS OCDE PERIODO 2003-2012



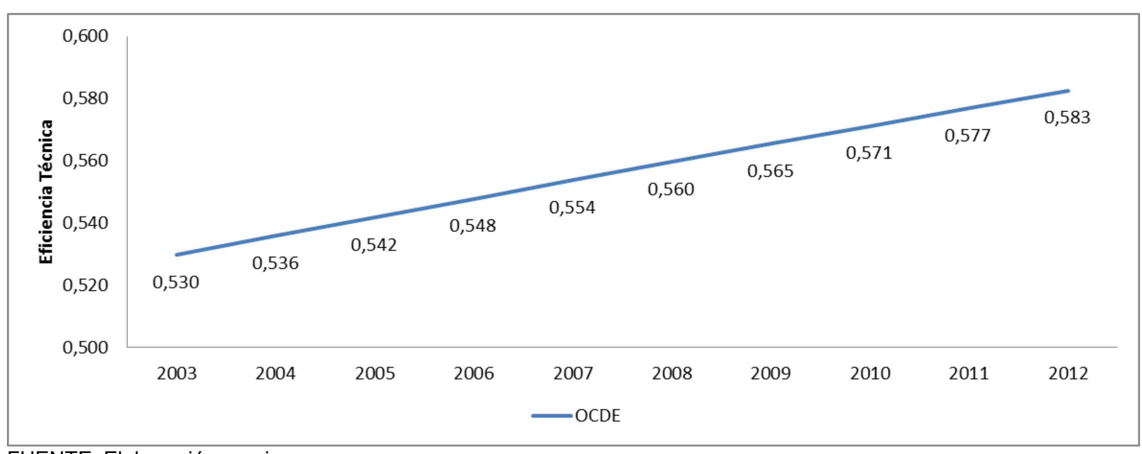
FUENTE: Elaboración propia.

[99]Grecia: 0.545; Eslovenia: 0.384; República Checa: 0.383; República Eslovaca: 0.379; Hungría: 0.335; Estonia: 0.355; Polonia: 0.331.

[100]Luxemburgo: 0.964; Noruega: 0.808; Suiza: 0.645; Alemania: 0.602; Suecia: 0.583; Dinamarca: 0.581; Austria: 0.574; Bélgica: 0.574; Finlandia: 0.560; Países Bajos: 0.556; Reino Unido: 0.548.

En el GRÁFICO 26 se puede apreciar el comportamiento del crecimiento de los niveles de eficiencia de los países miembro de la OCDE, donde se muestra como fue variando los niveles promedios de eficiencia técnica de todas las economías. Se observa claramente que los niveles de eficiencia técnica fueron creciendo año a año de manera sostenida. Las causas de la variación se deben a factores controlables, ya que, los factores aleatorios no controlables no tienen incidencia en la ineficiencia y/o eficiencia de las economías.

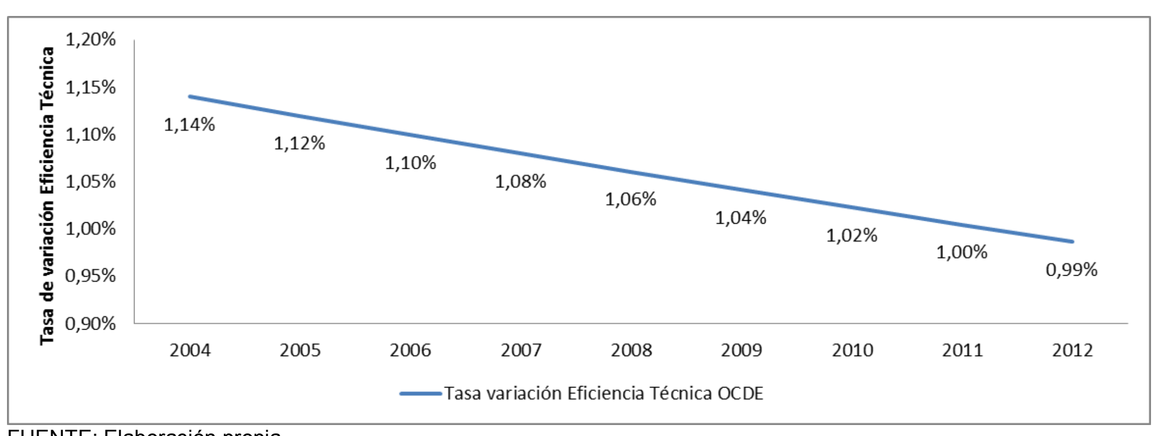
GRÁFICO 26: EVOLUCIÓN EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO OCDE PERIODO 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia.

Por otro lado, al observar el GRÁFICO 27, se aprecia que la tasa de crecimiento de la eficiencia técnica sería decreciente, es decir, que la eficiencia técnica crece pero cada vez menos.

GRÁFICO 27: TASA DE VARIACIÓN EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO OCDE PERIODO 2004-2012

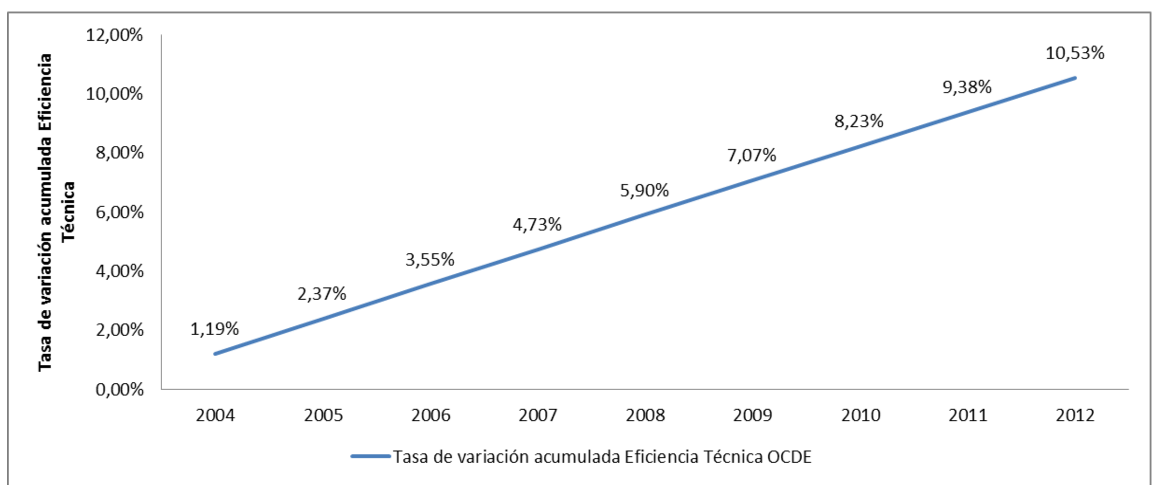


FUENTE: Elaboración propia.

Para el caso del GRÁFICO 28, se muestra la variación acumulada de la eficiencia técnica para el periodo en estudio, donde se aprecia que a medida que se acumulan más años, más es la diferencia de los niveles de eficiencia técnica con respecto al inicio, por lo tanto, esto justificaría el uso de los modelos de fronteras estocásticas con la variación de eficiencia en el tiempo, además de apoyar la declaración que a medida que el dato de panel sea más largo, es recomendable

utilizar este método, como se mencionó anteriormente (Kumbhakar & Lovell, 2000). Esto se ve justificado también, debido al cambio tecnológico, ya que, de un año al otro, es menos probable que existan cambios tecnológicos que incidan tan fuertemente en la variación de la eficiencia técnica (Coelli, et al., 2005), como si podría ocurrir en un periodo de 10 años, que corresponde al caso de esta investigación.

GRÁFICO 28: TASA DE VARIACIÓN ACUMULADA PROMEDIO OCDE PERIODO 2004-2012



FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 19: GRUPO RELATIVAMENTE EFICIENTE Y RELATIVAMENTE INEFICIENTE

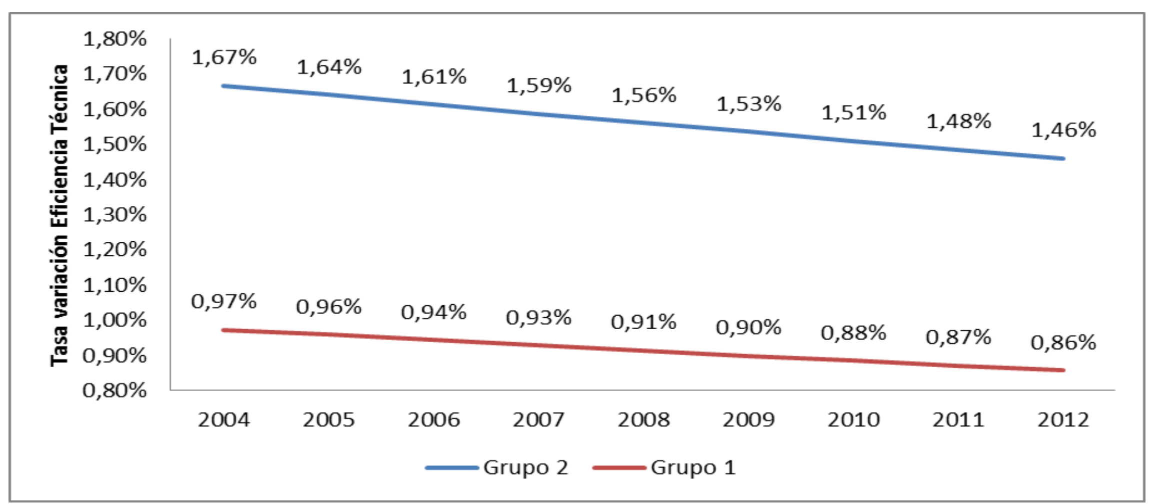
Grupo 1			Grupo 2	
ALEMANIA	ESTADOS UNIDOS	JAPÓN	CHILE	NUEVA ZELANDA
AUSTRALIA	FINALANDIA	LUXEMBURGO	COREA	POLONIA
AUSTRIA	FRANCIA	NORUEGA	ESLOVENIA	PORTUGAL
BÉLGICA	GRECIA	PAÍSES BAJOS	ESTONIA	REPÚBLICA CHECA
CANADÁ	IRLANDA	REINO UNIDO	HUNGRÍA	REPÚBLICA ESLOVACA
DINAMARCA	ISLANDIA	SUECIA	ISRAEL	TURQUÍA
ESPAÑA	ITALIA	SUIZA	MÉXICO	

En el GRÁFICO 29 y GRÁFICO 30, se puede apreciar que las economías OCDE se encuentran separadas en dos grupos (ver Tabla 19), donde el Grupo 1 corresponde a las economías que cuentas con un nivel de eficiencia técnica promedio mayor que el promedio OCDE (0.513), mientras que el Grupo 2 contiene a las economías que cuentan con un niveles de eficiencia técnica promedio menor que el promedio OCDE. Es decir, que dentro de la OCDE se forman dos grupos, uno que es relativamente más eficiente (0.584) y otro que es relativamente menos eficiente (0.407).

En relación a la tasa de variación de la eficiencia técnica de cada grupo, es posible establecer que para ambos casos esta es decreciente en el tiempo, con la salvedad de que para el Grupo 2 se observan tasas de variación de la eficiencia técnica más alta que en el caso del Grupo 1, lo que podría sugerir una relación

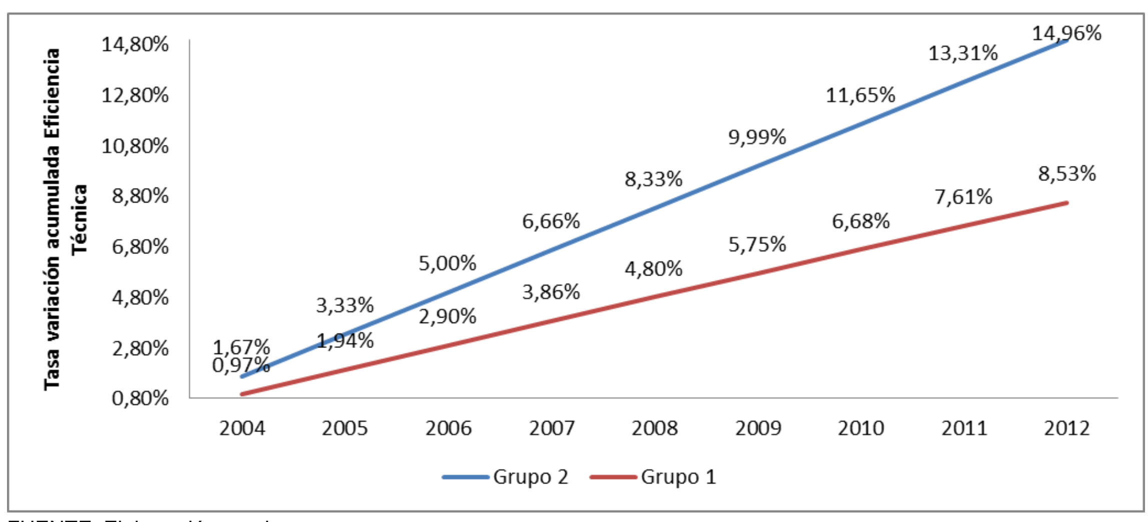
negativa entre el nivel de eficiencia y la tasa de variación de la eficiencia técnica, ya que, a las economías que son relativamente más eficiente presentarían tasas de variación de la eficiencia técnica más bajas, respecto a las economías que son relativamente menos eficientes.

GRÁFICO 29: TASA DE VARIACIÓN EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO GRUPO 1 Y GRUPO 2 PERIODO 2004-2012



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 30: TASA DE VARIACIÓN ACUMULADA PROMEDIO GRUPO 1 Y GRUPO 2 PERIODO 2004-2012



FUENTE: Elaboración propia.

Para la variación acumulada de la eficiencia técnica (ver GRÁFICO 30), se aprecia que entre ambos grupos en el año 2003 se tiene una diferencia de solo 70 puntos base en la tasa de variación acumulada de la eficiencia técnica, para terminar en el año 2012 con una diferencia de 643 puntos base. Es posible concluir que un aumento en el horizonte de evaluación, tiene un mayor efecto sobre la eficiencia técnica de las economías relativamente menos eficiente que de las economías relativamente más eficientes. Además de que aumentar el largo del panel, aumenta cada vez más la diferencia en el crecimiento acumulado de la eficiencia técnica entre las economías relativamente menos eficientes con las relativamente más eficientes.

Al observar el GRÁFICO 31, donde se muestra la relación entre los niveles de eficiencia promedio, junto con los niveles de PIB per cápita promedios bajo el periodo de análisis, es posible apreciar que existe una relación positiva entre estas dos variables[101], es decir, que a medida que se tiene mayores niveles de eficiencia se contará con mayores niveles de PIB per cápita. También es posible verlo como, que los países pueden lograr mayores niveles de PIB per cápita, en la medida en que son más eficientes. Esto se comprueba en el GRÁFICO 32, donde se aprecia la relación entre la eficiencia promedio de cada país y el PIB per cápita promedio, donde países como Alemania (ef. técnica: 0.6; PIBpc: 40142.5 USD), Austria (ef. técnica: 0.57; PIBpc: 42565.8 USD), Bélgica (ef. técnica: 0.574; PIBpc: 42565.5 USD) y Canadá (ef. técnica: 0.576; PIBpc: 40531 USD) cuentan con niveles de PIB per cápita y niveles de eficiencia similares, al igual como ocurre con México (ef. técnica: 0.23; PIBpc: 15363.25 USD) y Chile (ef. técnica: 0.25; PIBpc: 18209.8 USD). Es claro que altos niveles de actividad económica están asociados a altos niveles de eficiencia técnica, como es el caso de Luxemburgo (ef. técnica: 0.96; PIBpc: 89107.9 USD), Noruega (ef. técnica: 0.8; PIBpc: 62672.43 USD), Estados Unidos (ef. técnica: 0.84; PIBpc: 49596.5 USD), entre otros.

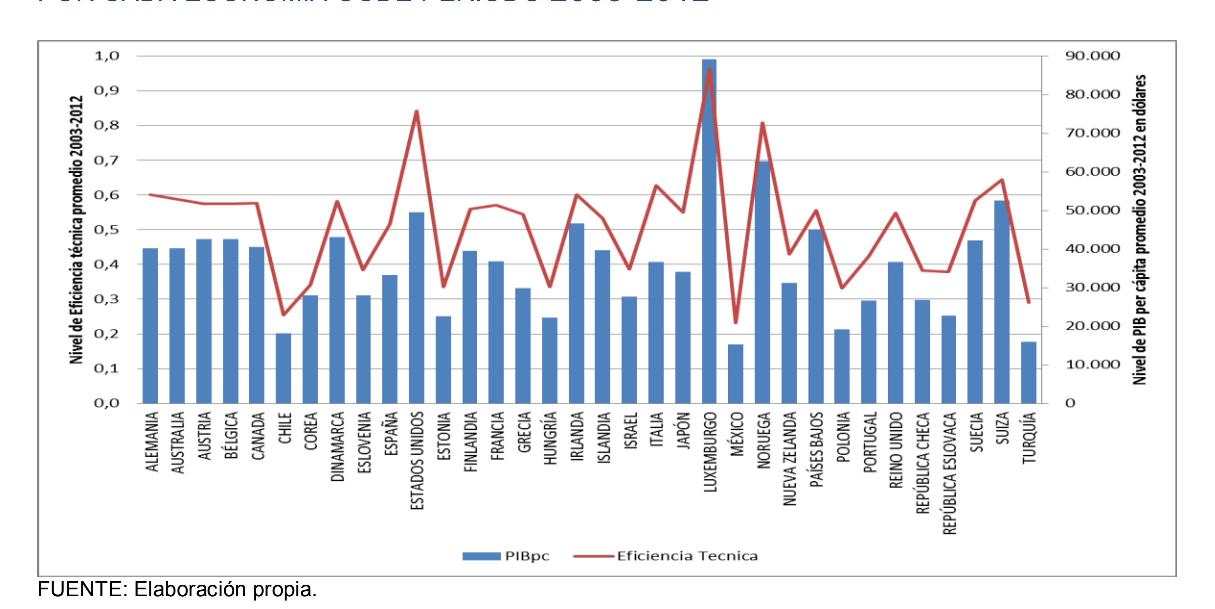
GRÁFICO 31: RELACIÓN ENTRE PIBPC PROMEDIO Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO OCDE PERIODO 2003-2012

FUENTE: Elaboración propia.

En el GRÁFICO 33 es posible apreciar el comportamiento del PIB per cápita promedio OCDE y los niveles de eficiencia técnica promedio OCDE, donde se observa que los niveles del PIB per cápita en promedio crece de manera sostenida al igual que sus niveles de eficiencia técnica promedio hasta el año 2007. En los años 2008, 2009 y 2012 esto no ocurre, ya que, existen caídas en los niveles del PIB per cápita a pesar de que la eficiencia técnica sigue aumentando, lo que lleva a la conclusión de que estas caídas en la actividad económica no estaría relacionadas a los niveles de eficiencia de este grupo de países sino que a otros factores.

[101]Con un coeficiente de correlación positivo de 0.713.

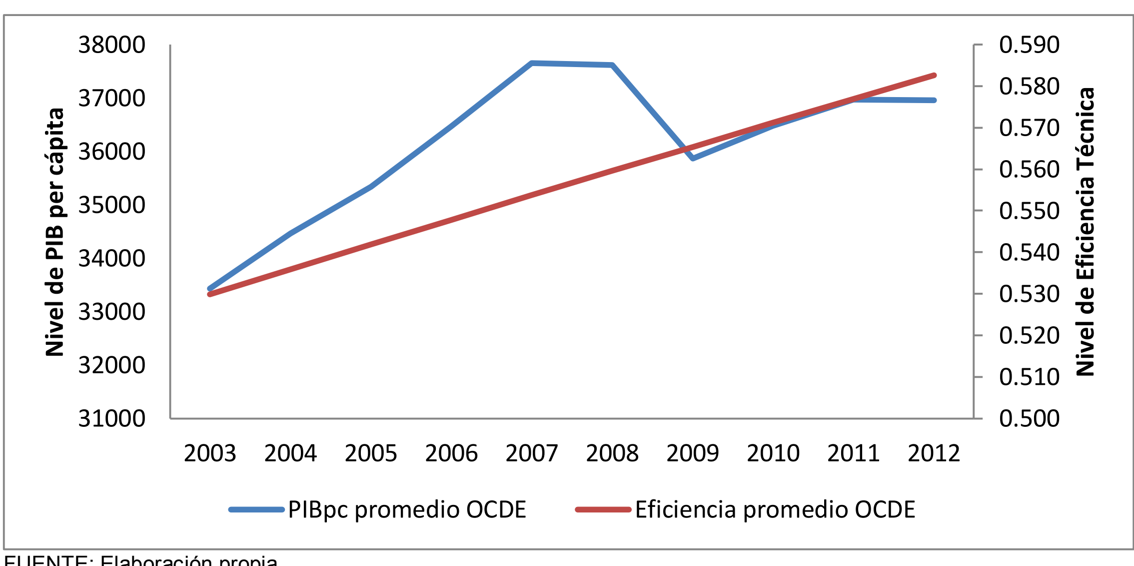
GRÁFICO 32: RELACIÓN ENTRE PIBPC Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia.

Se considerará que una economía tiene altos niveles de eficiencia si tiene un nivel mayor que el promedio OCDE entre los años 2003-2012 y serán bajos niveles de eficiencia si se ubica por bajo el promedio.

GRÁFICO 33: EVOLUCIÓN DEL PIBPC Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO OCDE PERIODO 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia.

La variable inversión, para los países de la OCDE tienen una relación negativa con la eficiencia técnica[102], ya que, al tener una relación positiva con el crecimiento económico y como se mencionó anteriormente, los países que tienen mayores niveles de producción lo logran por ser más eficientes, requieren de un menor nivel de inversión para lograr el mismo nivel de producción al ser más eficiente, por lo que, elevados niveles de inversión suponen una ineficiencia implícita (ver GRÁFICO 34).

[102]Coeficiente estimado: -0.0102577; Coeficiente de correlación: -0.3382582

Para el caso de la variable de desempleo medido con la tasa de desempleo, se tiene una relación positiva con la eficiencia técnica, la que quedó expresada en la Tabla 17, donde el coeficiente estimado fue de 0.46166, lo que quiere decir que las economías con niveles altos de eficiencia utilizan un porcentaje menor de su población activa en el proceso productivo. En el **GRÁFICO 35** es posible apreciar la relación entre los niveles de eficiencia técnica y las tasas de desempleo de cada país miembro de la OCDE, donde cada país presenta un promedio entre los años 2003 y 2012.

GRÁFICO 34: RELACIÓN ENTRE INVERSIÓN Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012

FUENTE: Elaboración propia.

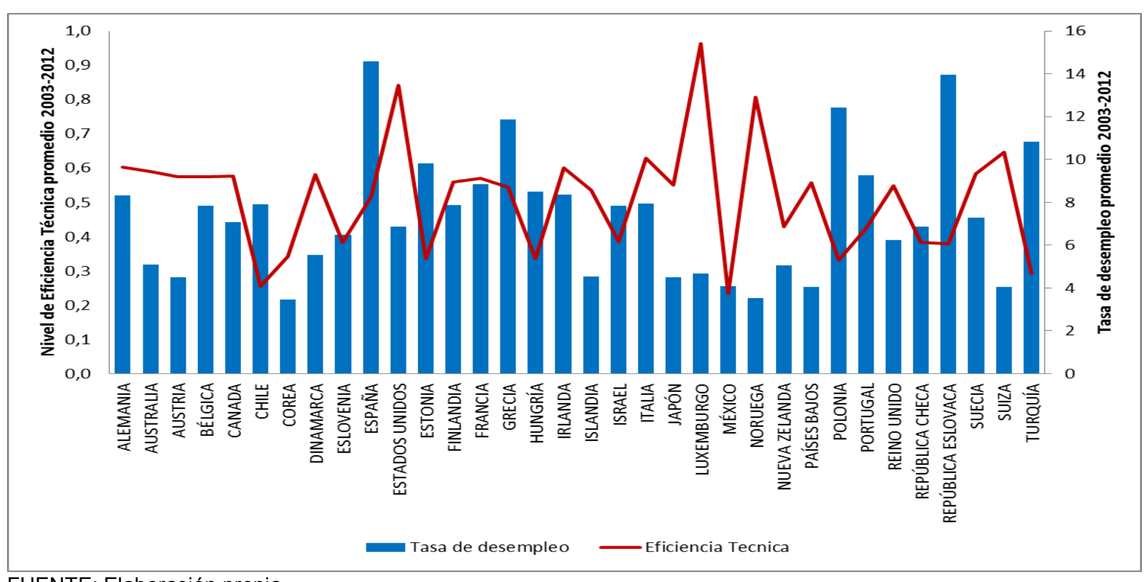
En el GRÁFICO 36, se aprecia la relación que existe entre los niveles de eficiencia técnica promedio de las 34 economías OCDE y gasto del Gobierno neto promedio de cada economía, donde es posible confirmar el resultado de la Tabla 17, donde el gasto del Gobierno neto tiene un efecto positivo sobre el nivel de eficiencia (Coeficiente estimado: 0.00464). Esto quiere decir que países con un alto nivel de eficiencia técnica como Luxemburgo (0.96) presentan altos gastos de Gobierno (37% del PIB), descontados los gastos militares y en educación[103].

La tasa de crecimiento de la población tiene una relación indirectamente proporcional sobre los niveles de eficiencia técnica, ya que, tiene un coeficiente estimado de -0.333, para la función translogarítmica, lo que supone que altas tasas de crecimiento de la población en una economía trae consigo efectos de ineficiencia técnica sobre las mismas. Esto queda evidenciado en el GRÁFICO 37, donde Australia cuenta con una tasa de crecimiento de la población más alta que Estados Unidos (Australia: 1.45%; Estados Unidos: 0.87%), pero al mismo tiempo

[103] La eficiencia técnica de la OCDE promedio para el periodo 2003-2012 es de 0.513, mientras que el gasto de Gobierno neto será alto en la medida en que se ubique por sobre el promedio OCDE para el periodo 2003-2012, que es de 26.81 % del PIB.

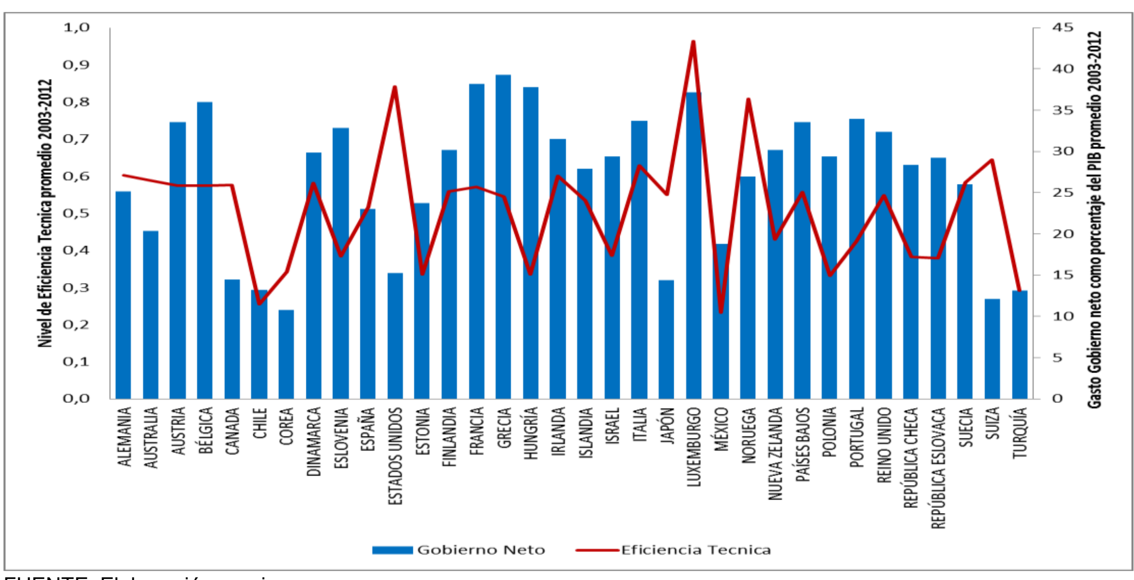
presenta niveles de eficiencia técnica más bajos que la economía estadounidense (Australia: 0.589; Estados Unidos: 0.841).

GRÁFICO 35: Relación entre tasa de desempleo y nivel de eficiencia técnica promedio por cada economía OCDE periodo 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 36: Relación entre el gasto del Gobierno neto y nivel de eficiencia técnica promedio por cada economía OCDE periodo 2003-2012



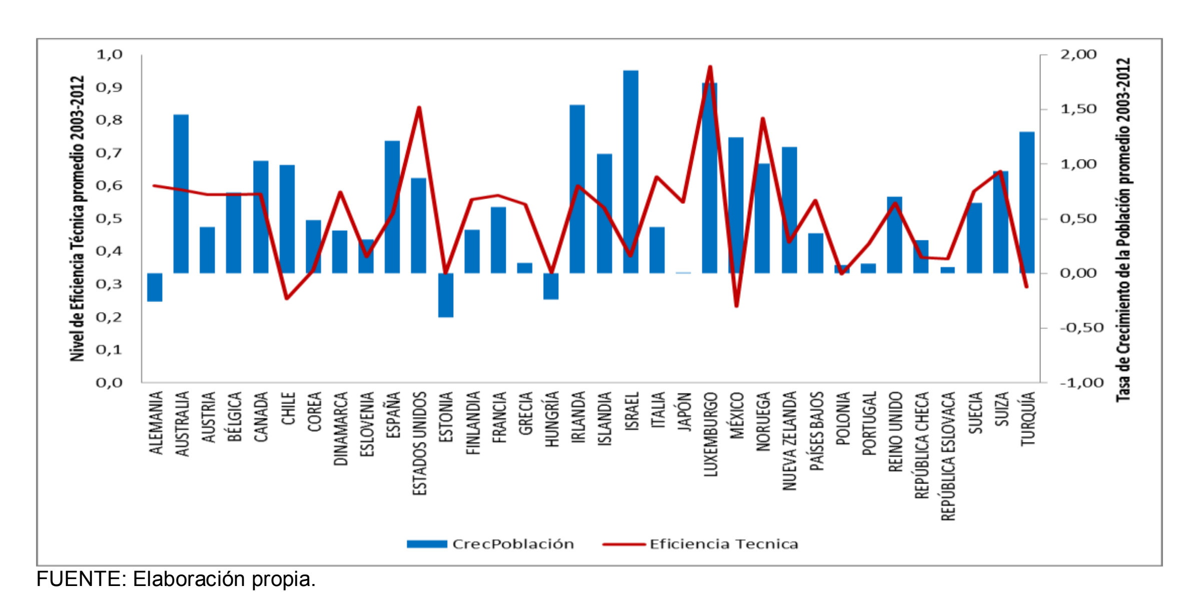
FUENTE: Elaboración propia.

En el GRÁFICO 37 se muestra la relación entre las exportaciones como proporción del PIB y los niveles de eficiencia, el que apoya el resultado de la Tabla 17, donde el coeficiente estimado de -0.00323, lo que significa que a medida que los países que tengan altos niveles de exportación en relación a su PIB, tendrán bajos niveles de eficiencia[104].Puede quedar ejemplificado con países como Australia, Canadá, Estados Unidos, Noruega y el Reino Unido, los que presentan de 0.589,

[104] La eficiencia técnica de la OCDE promedio para el periodo 2003-2012 es de 0.513, mientras que las exportaciones como porcentaje del PIB serán altas en la medida en que se ubique por sobre el promedio OCDE para el periodo 2003-2012, que es de un 47.03% del PIB y serán bajas si están por bajo el promedio.

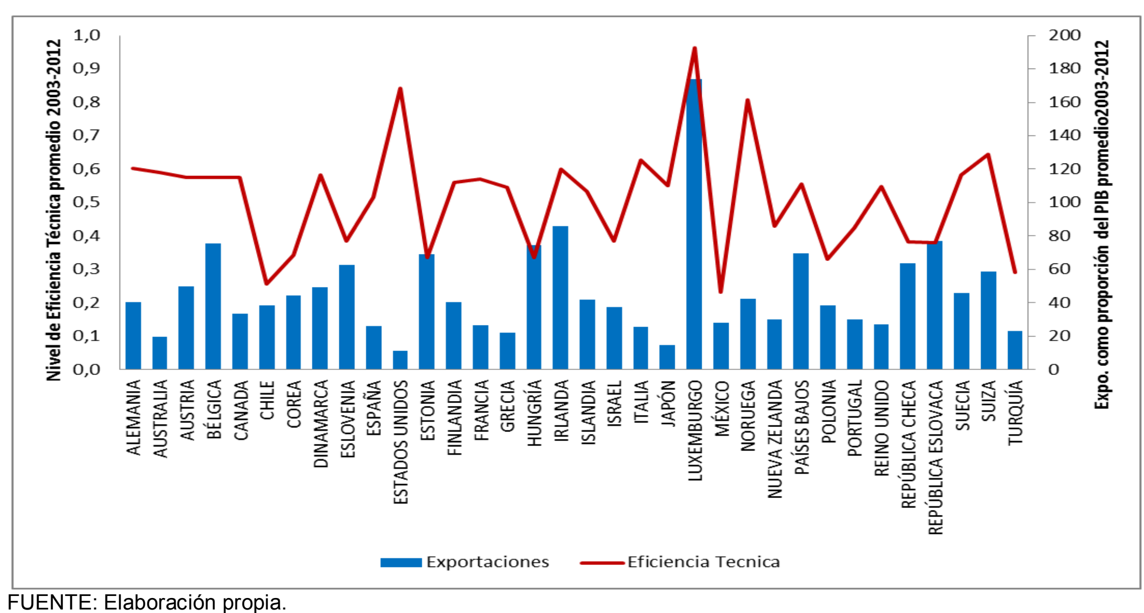
0.576, 0.841, 0.808 y 0.548 de eficiencia técnica respectivamente y con niveles de 19.77%, 33.39%, 11.39%, 42.58% y 27.28% de exportaciones como porcentaje del PIB respectivamente, donde niveles bajos de exportaciones traen consigo mayores niveles de eficiencia. Lo opuesto puede ser evidenciado para el caso de países como Estonia, Hungría, República Checa y República Eslovaca, que presentan bajos niveles de eficiencia técnica (0.335, 0.33, 0.383 y 0.379 respectivamente) pero altos niveles de exportaciones (68.8%, 74.56%, 63.5% y 76.92% respectivamente).

GRÁFICO 37: RELACIÓN ENTRE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012



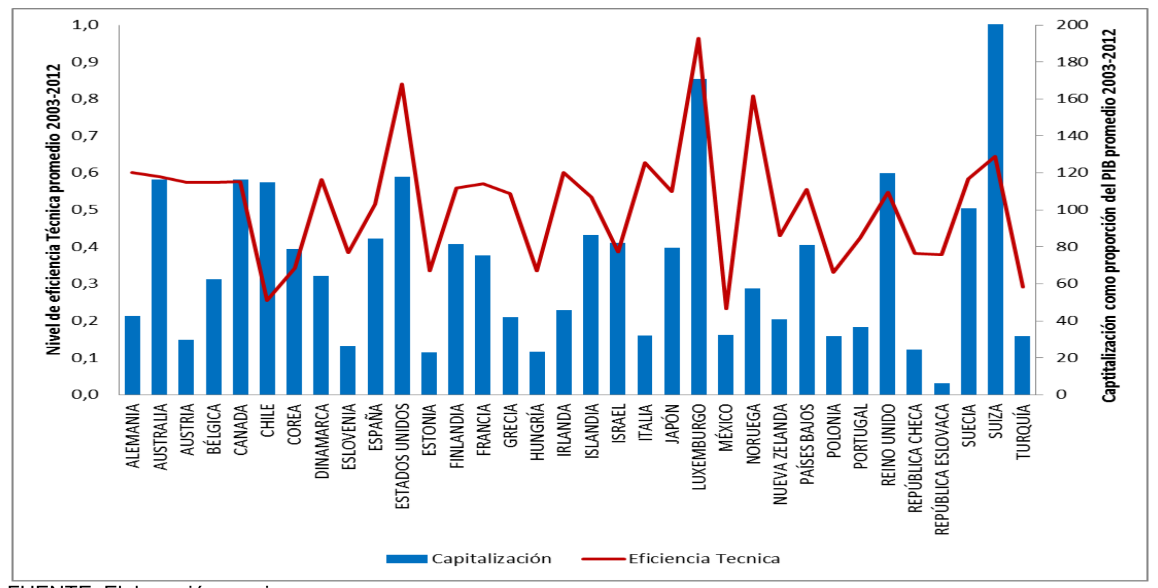
FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 38: RELACIÓN ENTRE EXPORTACIONES Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012



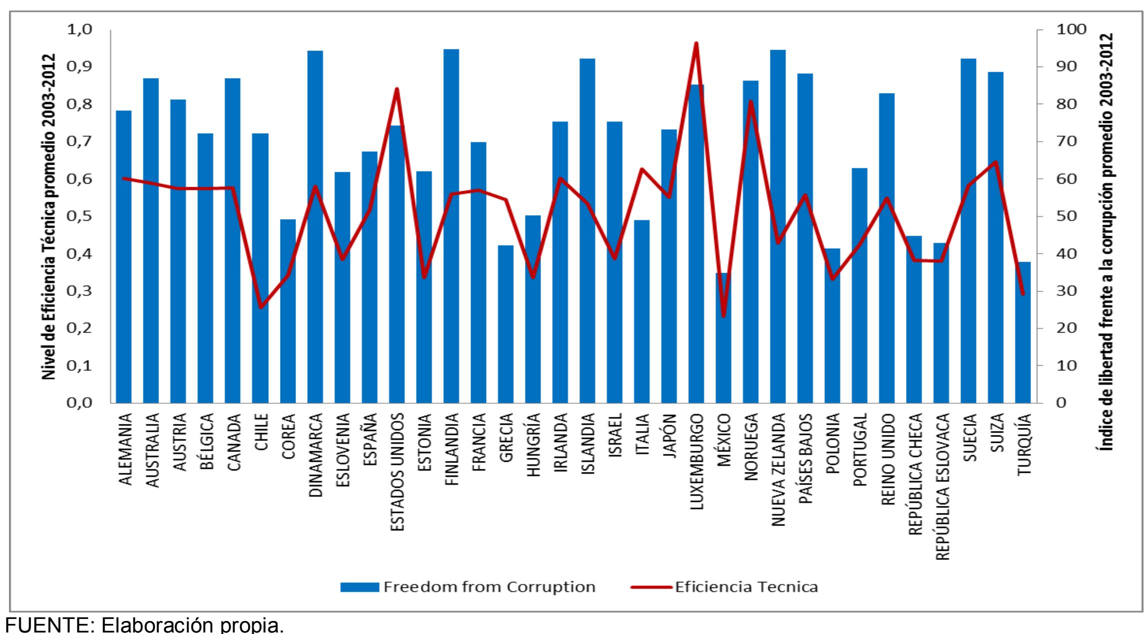
FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 39: RELACIÓN ENTRE CAPITALIZACIÓN Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 40: RELACIÓN ENTRE ÍNDICE DE LIBERTAD FRENTE A LA CORRUPCIÓN Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012



FUENTE: Elaboración propia.

La capitalización tiene una relación indirectamente proporcional con la eficiencia técnica, con un coeficiente estimado de -0.937. Esto quiere decir que los países con altos niveles de capitalización podrían eventualmente traer consigo altos niveles de ineficiencia técnica[105] (ver GRÁFICO 38). Como por ejemplo Alemania y Austria que presentan bajos niveles de capitalización (42.73% y 29.88% respectivamente) y altos niveles de eficiencia técnica (0.602 y 0.574 respectivamente), mientras que Chile e Israel muestran lo opuesto, con altos

105 La eficiencia técnica de la OCDE promedio para el periodo 2003-2012 es de 0.513, mientras que la capitalización como porcentaje del PIB será alta en la medida en que se ubique por sobre el promedio OCDE para el periodo 2003-2012, que es de un 69.56% del PIB y serán bajas si están por bajo el promedio.

niveles de capitalización (115.03% y 82.28 respectivamente) y bajos niveles de eficiencia técnica (0.256 y 0.386 respectivamente). Estas economías son eficientes, puesto que, al tener el nivel de capitalización un efecto positivo sobre el crecimiento, estas requieren más de esta variable para lograr el mismo crecimiento que las economías relativamente más eficientes.

Para el caso de la variable de libertad frente a la corrupción, la Tabla 17 muestra un coeficiente estimado de -0.00912, lo que mostraría que los países eficientes técnicamente lograrían mayores niveles de producción con un índice de libertad frente a la corrupción relativamente más bajo[106], es decir, comparado con otros del mismo grupo que tienen un índice más alto pero una actividad económica menor[107]. Es importante tener eso en cuenta, ya que, por lo general menores niveles de corrupción permiten a los países ser más eficientes, ya que, los países que carecen de instituciones en la que la sus ciudadanos confíen, no generan incentivos a la inversión ni a la innovación (Mankiw, 2006). Por lo tanto, los países eficientes no son eficientes porque tengan mayor corrupción, sino que con un mismo nivel de libertad frente a la corrupción las economías relativamente más eficientes lograrán un nivel más alto de eficiencia.

---

[106] La eficiencia técnica de la OCDE promedio para el periodo 2003-2012 es de 0.513, mientras que el índice de libertad frente a la corrupción será alto en la medida en que se ubique por sobre el promedio OCDE para el periodo 2003-2012, que es de 70.36 y serán bajas si están por bajo el promedio.

[107]Por ejemplo Chile con un índice de 72.2 y una eficiencia técnica de 0.256, mientras que Grecia tiene un índice de 42.3 y una eficiencia técnica de 0.543.

VI CONCLUSIONES

La situación actual de la macroeconomía aporta muchas ideas, pero también deja muchas cuestiones sin resolver. El reto de los economistas es ampliar el conocimiento económico. El reto de los responsables de la política económica es utilizar los conocimientos que tenemos actualmente para mejorar los resultados económicos.

N. Gregory Mankiw

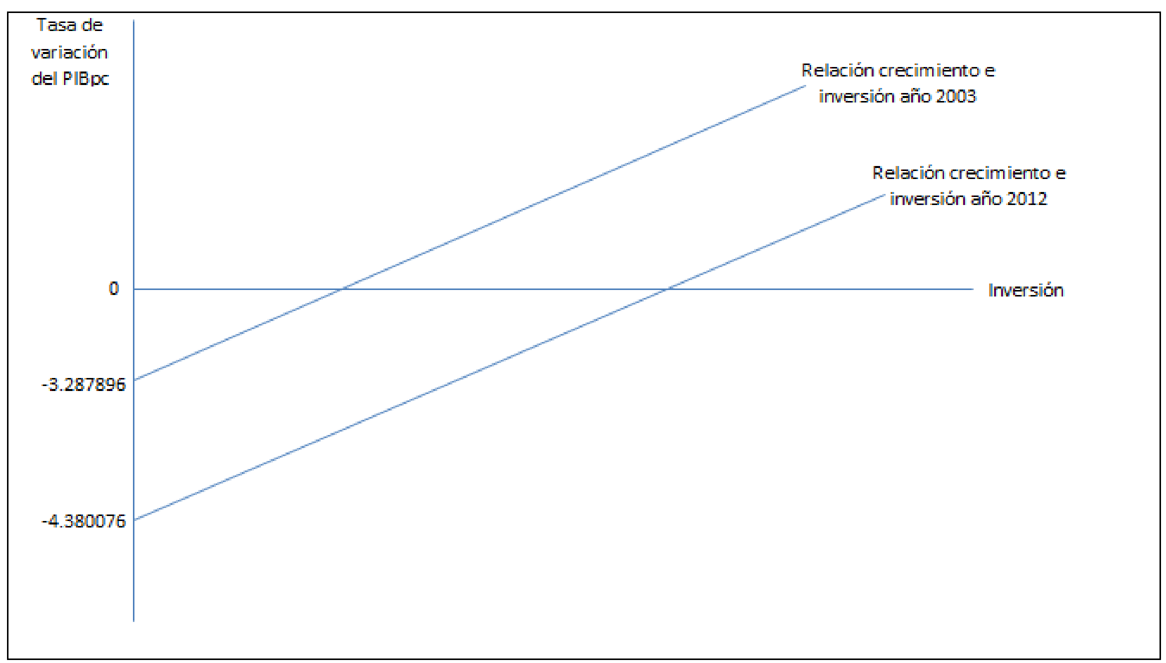
6.1 Conclusiones y Resultados

En esta sección serán presentados los análisis de los resultados obtenidos en la sección de la metodología, tanto del modelo econométrico corte transversal como de datos de panel y los resultados obtenidos de la aplicación de la técnica de fronteras estocásticas, además del contraste a las hipótesis planteadas anteriormente. Finalmente se expondrán las conclusiones generales, conclusiones de la tasa de variación de la eficiencia, contraste de hipótesis, limitaciones del estudio y futuras investigaciones.

6.1.1 Resultados

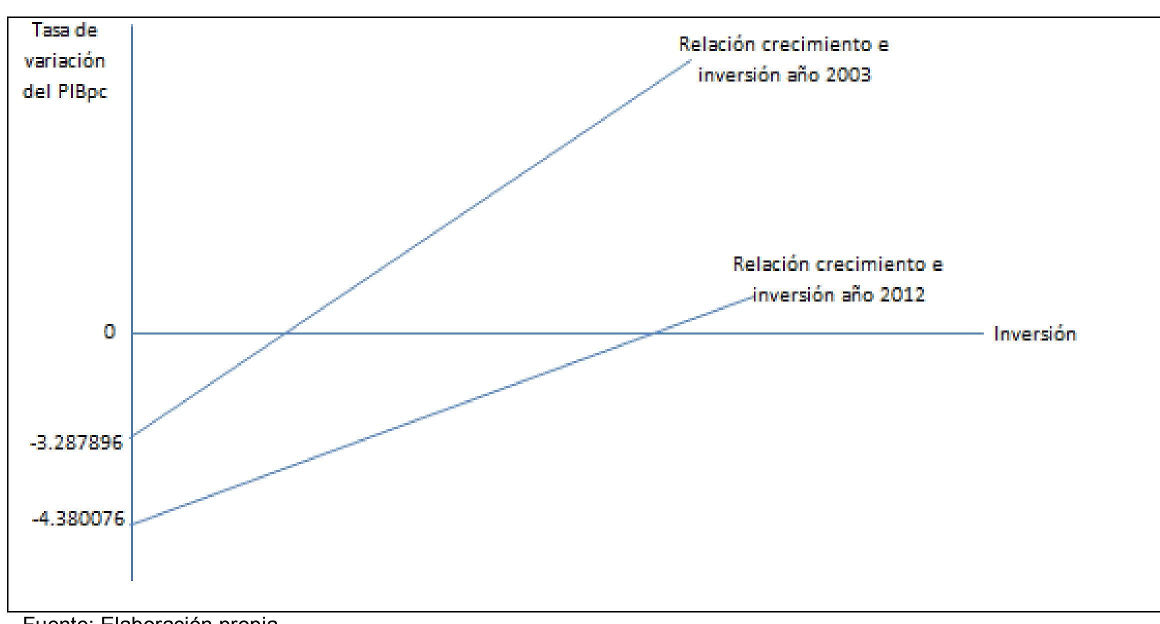
Para el caso del modelo econométrico de corte transversal del año 2003, como se apreció en la sección de la metodología, las variables determinantes para el crecimiento, medido con la tasa de variación porcentual del PIB per cápita, fueron el nivel de PIB per cápita inicial, la apertura comercial y la tasa de crecimiento de la población. Donde la variable más determinante fue la tasa de crecimiento de la población, ya que, frente a un aumento del 1% del crecimiento de la población la tasa de variación del PIB per cápita decrece en un 0.9%. Mientras que para el caso del modelo de corte transversal del año 2012, las variables determinantes del crecimiento cambian, excepto la que mide la convergencia, la que tiene un coeficiente estimado negativo (igual que para el caso del modelo del año 2003) pero con un efecto menor en el año 2012 (-0.000053) sobre el crecimiento económico en comparación con el año 2003 (-0.000088), lo que podría tener una explicación en que las tasas de crecimiento en el año 2012 (0.38%) en comparación con el año 2003 (1.92%) son menores en promedio Por lo que, el coeficiente estimado cambia por la diferencia en la tasa de crecimiento. Mientras que las variable más determinante para el crecimiento económico en este modelo, fue la tasa de desempleo, ya que, frente a un aumento del 1% en la tasa de desempleo la tasa de variación del PIB per cápita se contrae en un 0.21%. El otro aspecto interesante de este modelo, es que la variable inversión tiene un coeficiente estimado de 0.19, lo que lleva a pensar que bajo este contexto, si los encargados de la política económica quisieran aumentar el crecimiento económico, según este modelo sería recomendable hacerlo por medio de estimular la inversión, ya que, bajar la tasa de desempleo, especialmente si es la tasa natural de desempleo podría traer consigo altos costos sociales, ya que, esto se tendría que hacer por medio de recortes en el seguro de desempleo y con niveles de salario mínimo más bajos, para que exista un incentivo a la búsqueda de empleo, lo que normalmente afecta a los sectores de la sociedad más desprotegidos.

GRÁFICO 41: COMPARACIÓN DEL INTERCEPTO ENTRE MODELO ECONOMÉTRICO DE CORTE TRANSVERSAL AÑO 2003 Y 2012



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 42: COMPARACIÓN DEL INTERCEPTO PARA EL MODELO ECONOMÉTRICO DE CORTE TRANSVERSAL AÑOS 2003 Y 2012 CON VARIABLE FICTICIA



Fuente: Elaboración propia.

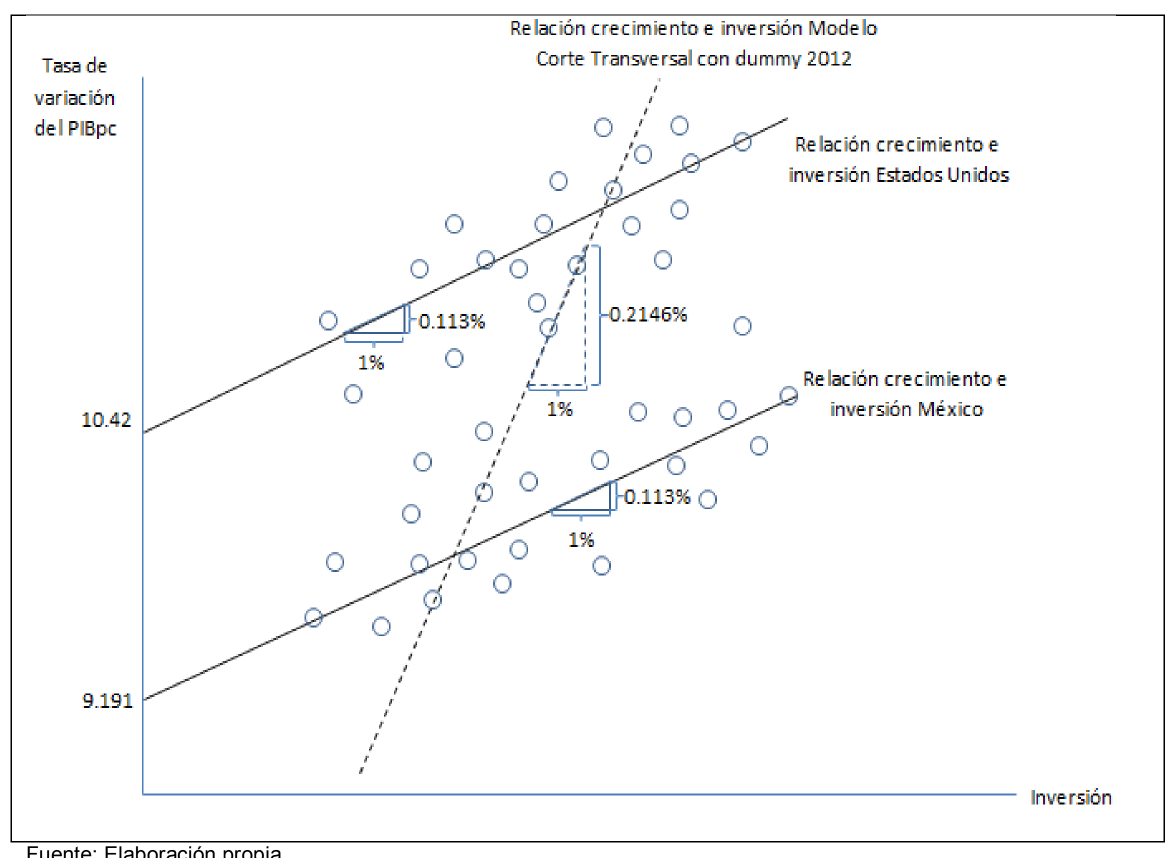
Para el modelo econométrico de corte transversal del año 2003 y 2012 con variable *dummy* para el año 2012. La variable más determinante para el crecimiento económico fue la inversión con un coeficiente estimado de 0.215, lo que quiere decir que frente a un aumento de un punto porcentual en la inversión el crecimiento económico aumentaría en 0.215%. Lo interesante de este modelo, es en realidad cómo cambian el intercepto de cada variable para cada año[108], donde el año 2012 resulta en un intercepto menor, lo que vendría derivado de lo explicado anteriormente, que las tasas de crecimiento para el año 2012 que para

[108] Para el año 2003 es de -3.287896 y para el año 2012 es de -4.380076.

el año 2003, lo que se identifica gracias a la variable ficticia introducida (ver ejemplo en el GRÁFICO 41). En este modelo existe la posibilidad de poder interactuar cada variable determinante del crecimiento con la variable representativa del año 2012, lo que hubiera cambiado no solo el intercepto sino que también la pendiente de cada variable, es decir, el coeficiente estimado, el problema es que estas interacciones resultaron no ser significativas, de todas maneras es posible apreciar en el GRÁFICO 42, lo que hubiera sucedido de haber sido estadísticamente distinto de cero, con distinto intercepto y con distinta pendiente.

En el modelo de datos de panel, estimados con efectos fijos en las secciones transversales, tiene como la variable más determinante para el crecimiento económico la inversión como porcentaje del PIB, que frente a variaciones de un punto porcentual el crecimiento económico varía un 0.113% en el mismo sentido, mientras que la variable más determinante para el crecimiento económico pero con una relación inversamente proporcional es el desempleo, ya que, frente a un aumento de la tasa de desempleo en un 1% el PIB per cápita disminuye en 0.082%. Otro aspecto a destacar, es que un aumento en un punto porcentual de las exportaciones alcanza a cubrir el efecto negativo que tiene el aumento de un 1% en el gasto del Gobierno y aun así aportar al crecimiento económico un 0.007%.

GRÁFICO 43: COMPARACIÓN DE ESTIMACIÓN ENTRE MODELOS DE CORTE TRANSVERSAL Y MODELO DE DATOS DE PANEL DE EFECTOS FIJOS EN LAS SECCIONES CRUZADAS

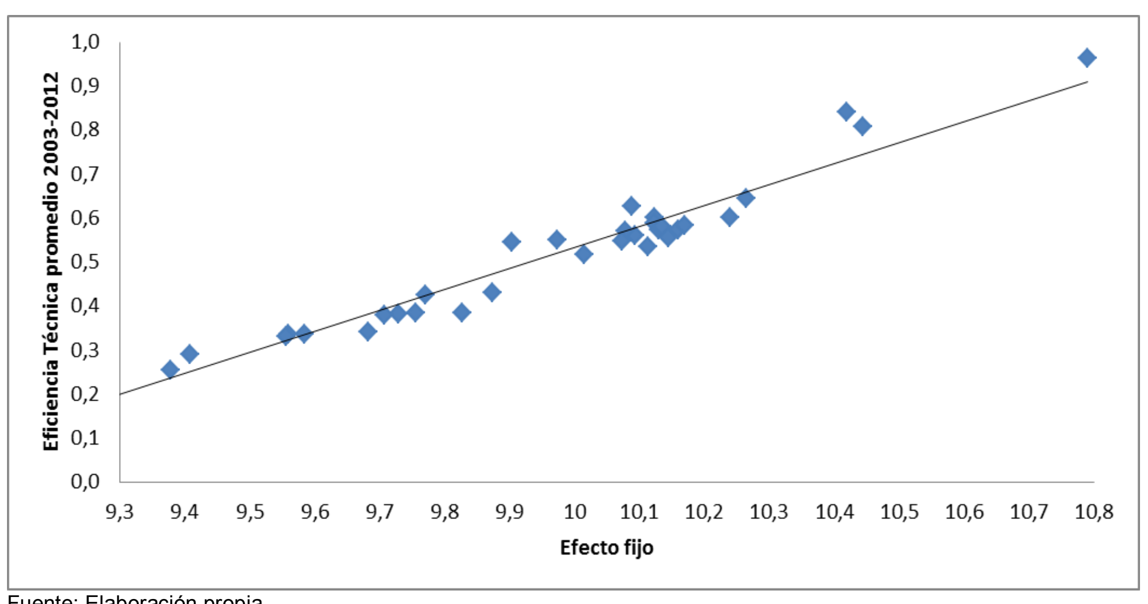


Fuente: Elaboración propia.

Lo más atractivo del modelo econométrico de datos de panel de efectos fijos, es que toma en cuenta la heterogeneidad entre las 34 economías, ya que, permite que cada una tenga su propio valor de intercepto (pendiente) que no cambia en el tiempo. Un aspecto a destacar es el intercepto de Estados Unidos que fue de 10.42, el más alto de la muestra, mientras que el de México fue de 9.1919, el más bajo de la muestra. Esta diferencia se debe a características especiales de cada economía, como el estilo de administración, la filosofía de trabajo, el marco legal donde se desarrollan sus mercados, sus instituciones económicas o su idiosincrasia, entre otros (ver GRÁFICO 43).

En el GRÁFICO 43 se aprecia como ayudan los efectos fijos a una mejor estimación de los coeficientes, lo que normalmente se ve reflejado en la bondad de ajuste de un modelo econométrico de datos de panel de efectos fijos (R-cuadrado: 99%) versus un modelo econométrico de corte transversal (R-cuadrado: 45%), ya que, como se aprecia, a pesar de afectar con la inversión en el mismo sentido al crecimiento económico, lo hacen con distintas magnitudes (pendientes), además de medir y representar la heterogeneidad de cada economía.

GRÁFICO 44: RELACIÓN ENTRE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO Y LOS EFECTOS FIJOS DE LAS ECONOMÍAS OCDE



Fuente: Elaboración propia.

En el GRÁFICO 44 de dispersión, es posible apreciar que existe una relación lineal y directa entre los niveles de eficiencia promedio de cada economía OCDE y su respectivo intercepto[109] o efecto fijo. Por lo que, es posible establecer que las diferencias presentes en los niveles de eficiencia técnica se deben en parte a la heterogeneidad de cada economía, es decir, en la manera que cada país administra sus recursos pero no es posible establecer en que cantidad se deben a

[109] Coeficiente de correlación de 0.96759987.

sus factores productivos o a la manera de administrar[110]. Además en el GRÁFICO 45 es posible apreciar que los países con un alto intercepto, es decir, que están por sobre el promedio (9.96) tienen igualmente asociados niveles de eficiencia sobre el promedio OCDE (0.513). Como el caso de Estado Unidos, Luxemburgo y Noruega que cuentan con un alto intercepto (10.419, 10.789 y 10.444 respectivamente) y con un alto nivel de eficiencia técnica (0.841, 0.964 y 0.808 respectivamente). Al igual que ocurre de forma opuesta con Turquía, México y Chile que presentan un intercepto bajo el promedio (9.408, 9.190 y 9.377 respectivamente) al mismo tiempo que presentan bajos niveles de eficiencia técnica (0.291, 0.232 y 0.256 respectivamente).

GRÁFICO 45: RELACIÓN ENTRE EFECTOS FIJOS Y NIVEL DE EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO POR CADA ECONOMÍA OCDE PERIODO 2003-2012

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior puede ser derivado igualmente del modelo de datos de panel, ya que, si se considera sólo el caso de Estados Unidos y México con el efecto de la inversión sobre el crecimiento económico, ceteris paribus todas las demás variables, incluso si ambas economías tienen los mismos niveles de inversión Estados Unidos es capaz de lograr un nivel de actividad económica mayor que México (la diferencia sería el intercepto de Estados Unidos restado el intercepto de México), lo que haría a la economía estadounidense más eficiente que la mexicana, puesto que con los mismos niveles de factores productivos es capaz de alcanzar un nivel de PIB per cápita mayor (ver GRÁFICO 43), incluso con la misma pendiente para ambas economías.

Lo mismo puede ser visto con las 34 economías OCDE y sus respectivos efectos fijos, asumiendo que cada una tiene los mismos niveles de inversión, tasa de

[110]Según Farrell la eficiencia técnica de una firma refleja la calidad de sus factores productivos como también la eficiencia en la administración.

desempleo, gastos netos del Gobierno, exportaciones, capitalización, libertad frente a la corrupción y tasa de crecimiento de la población. Entonces, las diferencias entre sus respectivos crecimientos económicos serían las diferencias entre cada uno de sus efectos fijos, lo que se explica porque existe una alta correlación entre los efectos fijos y los niveles de eficiencia técnica. Incluso si se compara el ranking de eficiencia técnica (con la metodología de fronteras estocásticas), con un ranking realizado por efectos fijos (ver Tabla 20) se encuentran resultados bastante similares en cuanto a la posición de las economías en el ranking. Es más, si se realiza la misma separación entre dos grupos (altos niveles de eficiencia y bajos niveles de eficiencia), separados por el promedio OCDE en cada ranking (efectos fijos y eficiencia técnica), los grupos ,en cada ranking, contienen los mismo países en cada grupo, a excepción de Grecia, que en el ranking por efectos fijos se ubica bajo el promedio OCDE, lo que la ubica en el grupo relativamente menos eficiente (grupo 2), mientras que para el caso del ranking de eficiencia técnica se ubica en el grupo relativamente más eficiente (grupo 1), pero con una diferencia de ubicación en el ranking de solo dos puestos, ya que, en el ranking con efectos fijos se ubica en la posición 21 y en el de eficiencia técnica se ubica en la posición 19.

En cuanto a la variación del nivel de eficiencia técnica, como se apreció en el GRÁFICO 26, los niveles de eficiencia aumentan durante el transcurso de los años, lo que debe tener su origen en el cambio tecnológico producido durante los años de evaluación. Lo anterior es posible de apreciar igualmente en el GRÁFICO 28, donde se confirma que a medida que más transcurre el tiempo mayor es la variación acumulada de los niveles de eficiencia técnica, ya que no es lo mismo analizar la variación de la eficiencia técnica entre los año 2003 y 2005 (2.37%) que hacerlo entre los años 2003 y 2012 (10.53%). Lo que ocurre porque en un periodo de tiempo más largo los avances tecnológicos son más determinantes sobre los niveles de eficiencia (Coelli, Rao, O'Donnell, & Battese, 2005; Kumbhakar & Lovell, 2000).

En relación a la tasa de variación del crecimiento de la eficiencia técnica se concluye que es decreciente en el tiempo, ya que, cada vez que aumenta la eficiencia en el tiempo lo hace con una tasa menor, lo que tiene explicación en que las economías al ir creciendo cada vez más en cuanto a sus niveles de eficiencia, se acercan a su frontera de producción ideal, la que está representada con el valor 1, por lo que, comienza a reducir la velocidad con la que aumenta la tasa de crecimiento de la eficiencia técnica. Este efecto se podría asimilar con lo que ocurre con la teoría de convergencia condicional, que plantea que aquellas

economías que se encuentran relativamente más cerca de su estado estacionario tienen tasas de crecimiento económico más bajas que aquellas que están relativamente más lejos. Lo que puede ser visto en el GRÁFICO 26 y GRÁFICO 27, donde las economías OCDE en el año 2004 se encontraban más lejos de su frontera de producción (0.536) en comparación al año 2012 (0.583), al mismo tiempo que su tasa de crecimiento de eficiencia técnica promedio para el año 2004 fue más alta (1.14%) que para el año 2012 (0.99%).

TABLA 20: COMPARACIÓN ENTRE RANKING EFECTOS FIJOS V/S EFICIENCIA TÉCNICA PROMEDIO PERIODO 2003-2012

	Ranking	Países OCDE	Efecto Fijo	Ranking		Países OCDE	Eficiencia Tecnica
Grupo 1	1	LUXEMBURGO	10,79	1	Grupo 1	LUXEMBURGO	0,964
	2	NORUEGA	10,44	2		ESTADOS UNIDOS	0,841
	3	ESTADOS UNIDOS	10,42	3		NORUEGA	0,808
	4	SUIZA	10,26	4		SUIZA	0,645
	5	IRLANDA	10,24	5		ITALIA	0,628
	6	SUECIA	10,17	6		ALEMANIA	0,602
	7	BÉLGICA	10,16	7		IRLANDA	0,601
	8	PAÍSES BAJOS	10,15	8		AUSTRALIA	0,589
	9	DINAMARCA	10,14	9		SUECIA	0,583
	10	CANADA	10,13	10		DINAMARCA	0,581
	11	AUSTRIA	10,13	11		CANADA	0,576
	12	AUSTRALIA	10,12	12		AUSTRIA	0,574
	13	ALEMANIA	10,12	13		BÉLGICA	0,574
	14	ISLANDIA	10,11	14		FRANCIA	0,571
	15	FINLANDIA	10,09	15		FINLANDIA	0,560
	16	ITALIA	10,09	16		PAÍSES BAJOS	0,556
	17	FRANCIA	10,08	17		JAPÓN	0,550
	18	REINO UNIDO	10,07	18		REINO UNIDO	0,548
	19	ESPAÑA	10,02	19		GRECIA	0,545
	20	JAPÓN	9,97	20		ISLANDIA	0,534
PROMEDIO OCDE			9,96	21		ESPAÑA	0,516
Grupo 2	21	GRECIA	9,90	PROMEDIO OCDE			0,513
	22	NUEVA ZELANDA	9,87	22	Grupo 2	NUEVA ZELANDA	0,429
	23	ISRAEL	9,83	23		PORTUGAL	0,424
	24	PORTUGAL	9,77	24		ISRAEL	0,386
	25	ESLOVENIA	9,76	25		ESLOVENIA	0,384
	26	REPÚBLICA CHECA	9,73	26		REPÚBLICA CHECA	0,383
	27	REPÚBLICA ESLOVACA	9,71	27		REPÚBLICA ESLOVACA	0,379
	28	COREA	9,68	28		COREA	0,342
	29	ESTONIA	9,58	29		HUNGRÍA	0,335
	30	HUNGRÍA	9,56	30		ESTONIA	0,335
	31	POLONIA	9,56	31		POLONIA	0,331
	32	TURQUÍA	9,41	32		TURQUÍA	0,291
	33	CHILE	9,38	33		CHILE	0,256
	34	MÉXICO	9,19	34		MÉXICO	0,232

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior se apoya con la evidencia empírica que se presentó en el GRÁFICO 29, puesto que, ya que, por medio de este se confirma que a medida que las economías están produciendo cerca de su frontera ideal de producción, sus niveles de variación son más bajo, ya que, las tasas de variación de los niveles de eficiencia técnica son más bajos para el grupo relativamente más eficiente, tal como se mencionó anteriormente, confirma que es decreciente a medida que se alcanzan mayores niveles de eficiencia técnica en el tiempo. Otra evidencia, encontrada en los resultados de esta investigación, que apoya lo anterior, es lo presentado en el GRÁFICO 30, puesto que a medida que avanzan los años el grupo de países relativamente menos eficiente se separa del grupo menos eficiente en

cuanto a la tasa de variación acumulada. Si bien el grupo menos eficiente tiene una tasa mayor, esta diferencia aumenta con cada año. Lo que puede tener una explicación en la diferencia de los grupos, ya que, al no tener los mismo niveles de eficiencia, el grupo más eficiente[111] (0.584) está por sobre el promedio (0.513), por lo que estas economías se encuentran produciendo más cerca de la frontera de producción ideal, por lo tanto, la tasa de variación de la eficiencia técnica acumulada es más baja. En cambio en el grupo menos eficiente[112] (0.407) las economías están produciendo más lejos de la frontera ideal de producción, por lo que, los cambios tecnológicos y avances tienen un mayor impacto sobre las economías relativamente menos eficientes.

6.2 Hipótesis de la investigación

A continuación se procederá a explicar y analizar los resultados asociados a cada una de las hipótesis planteadas en la investigación.

Hipótesis 1: el nivel de producción del periodo anterior tiene una relación inversamente proporcional con el nivel de actividad económica del periodo actual, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

En el modelo de datos de panel no se encontró evidencia que apoye la teoría de la convergencia condicional, ya que, los coeficientes estimados obtenidos en un comienzo fueron positivos, por lo que no es posible decir que para el contexto de la OCDE el PIB per cápita tiende a crecer más rápido si parte de un nivel inicial menor, en otras palabras, no existe evidencia para este contexto de que los países pobres tiendan a converger hacia los países ricos, en la medida que las políticas y las instituciones se mantengan constantes.

Una razón de esto puede ser que los países OCDE al ser un grupo más homogéneo entre ellos si se les compara con otras economías, no generaron la variación necesaria de los datos para poder confirmar la hipótesis, en otras palabras, es posible que faltaran países más pobres en la muestra para poder confirmar la hipótesis. Otra opción es que normalmente los países ricos tienden a tener mejores instituciones y políticas (Barro, 2002), lo que explica porque son ricos, es por esto que entonces un alto nivel de PIB per cápita inicial podría traer consigo un nivel alto también de crecimiento en el periodo actual. Es necesario destacar que para los modelos de corte transversal para el año 2003, 2012 y con

[111]Grupo 1.
[112]Grupo 2.

variable ficticia si se validaría, la limitación sería la poca cantidad de observaciones incluidas en aquellos modelos.

Hipótesis 2: La relación que existe entre el nivel de actividad económica y los niveles de inversión es directamente proporcional, para los países de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Se encuentra evidencia en el modelo de datos de panel con efectos fijos, de que efectivamente existe una estrecha relación entre el nivel de inversión y el crecimiento económico, además de que esta es directamente proporcional, por lo que, no se rechaza la hipótesis planteada.

Por otro lado, en relación a los resultados obtenidos en esta investigación, comparados con los presentados en la sección del Marco Teórico, se puede apreciar que el coeficiente estimado para la inversión se mueve entre los valores obtenidos por otras investigaciones, con un coeficiente de 0.113 para la presente investigación, mientras que en las presentadas en el Marco Teórico están entre 0.057 y 0.38.

Hipótesis 3: Existe una relación inversamente proporcional entre las tasas de desempleo y la actividad productiva, para los países de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Se comprueba empíricamente que existe una relación negativa entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico, con un coeficiente estimado de 0.082 y significativo.

Los resultados obtenidos en las investigaciones presentadas en el Marco Teórico, muestran un coeficiente estimado para la tasa de desempleo que se mueve entre -0.92 y -0.16, lo que hace que el coeficiente estimado para el desempleo en la presente investigación (-0.82) se encuentre entre ese mismo rango de estimación.

Hipótesis 4: Existe una relación negativa entre el coeficiente estimado de la inflación y el nivel de actividad económica agregada, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se comprueba con ningún modelo econométrico de los expuestos en la presente investigación, que exista una relación negativa entre la inflación y el crecimiento económico, ya que, ni el IPC ni el deflactor del PIB resultaron con los signos esperados ni con la significancia estadística, por lo que se rechaza la hipótesis de que la inflación es un determinante del crecimiento económico para los países OCDE durante el periodo 2003-2012.

Hipótesis 5: en la medida en que las instituciones de un país sean más confiables he incentiven la actividad económica y las buenas prácticas, éstas tendrán un efecto directamente proporcional sobre la actividad económica, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se rechaza la hipótesis de la importancia de las instituciones como determinante del crecimiento económico por medio de la variable de libertad frente a la corrupción, en el modelo de datos de panel, lo que confirma que, a medida que exista menos corrupción (un índice más alto) más alto será el crecimiento de la economía.

Investigaciones anteriores (ver Marco Teórico) muestran que las instituciones tienen un coeficiente estimado entre 0.018 y 0.59. Lo anterior ubica el coeficiente estimado por esta investigación dentro de ese rango, con un 0.0062.

Hipótesis 6: Existe una relación inversamente proporcional entre desigualdad y crecimiento económico, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se comprueba con ningún modelo econométrico de los expuestos en la presente investigación que la desigualdad, medida por el coeficiente de Gini, tenga un efecto negativo sobre la economía, ya que, no se obtuvo el coeficiente esperado. En el trabajo de Amarante (2008), ocurre algo similar, encontrando una relación positiva para algunas economías y negativas para otras, dependiendo de su nivel de PIB. Esto puede deberse a que el rol de la desigualdad no sólo es diferente para países desarrollados y en desarrollo, sino que al interior de un grupo relativamente homogéneo el impacto es diferente según su nivel de ingresos.

Hipótesis 7: Se espera que el crecimiento de la población tenga un efecto negativo sobre el crecimiento económico, es decir, una relación inversamente proporcional, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Efectivamente el crecimiento de la población tiene un efecto nocivo sobre el crecimiento económico, medido por la tasa de crecimiento de la población, no se rechaza esta hipótesis empíricamente con un efecto negativo sobre el crecimiento de 0.012% frente a un aumento en un punto porcentual de la tasa de crecimiento de la población. Por otro lado, el coeficiente estimado se ubica en el rango de estimación (-0.9 y -0.) de las investigaciones presentadas en el Marco Teórico.

Hipótesis 8: Se espera que Gobiernos con un gasto muy alto, tengan un efecto negativo sobre la inversión. Es decir, que el gasto del Gobierno y la actividad económica tendrán una relación inversamente proporcional, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Un gasto muy elevado de los Gobiernos, efectivamente genera una caída en el crecimiento económico, medido por el gasto neto del Gobierno, se comprueba empíricamente la relación inversamente proporcional entre el PIB per cápita y el gasto del Gobierno.

Esta variable, en las investigaciones presentadas anteriormente en el Marco Teórico, presenta un rango para el coeficiente estimado entre -0.32 y -0.1, lo que en definitiva ubica a la estimación realizada en la presente investigación fuera del rango pero de todas maneras con el mismo impacto negativo sobre el crecimiento.

Hipótesis 9: Se espera que las variables proxy que miden el progreso tecnológico tengan una relación directamente proporcional con el crecimiento económico, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se comprueba con ningún modelo econométrico de los expuestos en la presente investigación que las variables encargadas de medir el progreso tecnológico sean estadísticamente significativas o en algunos casos presentaban una relación indirectamente proporcional, por lo que se rechaza esta hipótesis. Esto puede deberse a que la desviación estándar en la variable que mide el progreso tecnológico (gasto en innovación y desarrollo como porcentaje del PIB) entre el año 2003 y 2012 es cercana al 1%, además de que el promedio entre los años tiene una variación mínima, por lo que, por un lado se tiene que la variable cambia poco en el tiempo, por lo que sus efectos sobre el crecimiento estarían quedando fuera de la medición, y por otro lado, el grupo en análisis es relativamente homogéneo en torno a la variable, lo que también dificultaría la medición del efecto de la misma sobre el crecimiento económico.

Hipótesis 10: En relación al capital humano y el crecimiento económico, se espera que tengan una relación directamente proporcional, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se comprueba con ningún modelo econométrico de los expuestos en la presente investigación empírica de que esta hipótesis se cumpla para el contexto de esta investigación, por lo que, se debe rechazar la hipótesis, ya que, las variables asociadas al capital humano no cumplieron la significancia individual.

Hipótesis 11: En la medida que exista un mercado financiero más desarrollado existirá una relación directamente proporcional con la actividad económica, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se rechaza esta hipótesis, por medio de la variable de capitalización, ya que, tiene una relación positiva con el crecimiento económico, puesto que, el modelo de datos de panel de efectos fijos para la OCDE establece que si la capitalización[113] en el mercado de las compañías que cotizan en bolsa aumenta en un punto porcentual, el crecimiento económico aumentaría en un 0.0065%.

En relación al impacto del mercado financiero sobre el crecimiento económico, lo presentado en la sección del Marco Teórico, indica que el rango de coeficientes estimados está entre 0.018 y 0.024 en promedio, ya que, si se compara con países de ingresos altos el coeficiente estimado está en torno al 0.018, por lo que, para el caso de la presente investigación, con un coeficiente estimado de 0.0065, la haría ubicarse fuera del rango. Lo anterior tendría su explicación en el contexto utilizado, que corresponde a países OCDE.

Hipótesis 12: Se espera que el comercio internacional tenga una relación directamente proporcional con la actividad económica agregada, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Por medio del nivel de exportaciones como porcentaje del PIB, no se rechaza la hipótesis de que el comercio internacional tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico, puesto que, si el ratio de exportaciones aumenta en 1% el crecimiento económico aumentaría en un 0.078%.

En los estudios revisados en el Marco Teórico se encontró que las variables utilizadas para el comercio exterior, tienen un coeficiente estimado que se mueve entre un 0.015 y un 0.99, pero específicamente entorno a un 0.08 cuando se habla exclusivamente de las exportaciones, lo que hace que la estimación realizada en esta investigación (0.078) este cerca del resultado.

Hipótesis 13: Se espera que exista una relación positiva entre el nivel de eficiencia y el crecimiento económico, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

Como se analizó anteriormente, en la sección de la metodología, efectivamente existe una correlación entre los niveles de eficiencia y altos niveles de actividad económica. Por lo que, es posible decir que los países que logran un nivel más

[113] Es el precio de las acciones multiplicado por la cantidad de acciones en circulación.

alto de PIB per cápita, no solo lo hacen debido a que tienen mayores niveles de exportaciones, inversión y capitalización o menores tasas de desempleo, menores tasas de crecimiento de la población, menor corrupción en sus instituciones o sus Gobiernos tienen un gasto neto más moderado, sino que también lo logran porque son más eficientes al momento de utilizar sus factores productivos.

Hipótesis 14: Las economías que son más eficientes, tendrán un uso relativo menor de los factores productivos determinantes para el crecimiento, que aquellas que son menos eficientes, para los países miembro de la OCDE en el periodo 2003-2012.

No se rechaza esta hipótesis, ya que, las economías que son más eficientes efectivamente utilizan menos factores productivos relativamente hablando, para lograr niveles de PIB per cápita más altos. Lo anterior queda expresado con los efectos fijos y la explicación realizada en esta misma sección. En conclusión es posible aceptar la hipótesis planteada, además de poder establecer que la fuente de los distintos niveles de eficiencia técnica vienen dados por la heterogeneidad de cada economía y la manera de hacer las cosas, medido por sus efectos fijos respectivos. Por lo que, un país altamente eficiente como Luxemburgo (0.964) requiere menos factores productivos para tener el mismo nivel de producción que un país poco eficiente, incluso si utiliza el mismo nivel de factores productivos obtendría mayores niveles de eficiencia, gracias a su efecto fijo (10.79). Pero como se mencionó anteriormente la eficiencia técnica de un país reflejará la calidad de sus factores productivos y la eficiencia en la administración de los mismos, que quedarían reflejado en sus intercepto (efectos fijos de corte transversal) en el modelo de datos de panel, por lo que, no es posible establecer en qué medida la eficiencia técnica se debe a su calidad de factores productivos a sus niveles de eficiencia en la administración.

6.3 Limitaciones y futuras investigaciones

Dentro de las limitaciones que tiene la presente tesis, se tienen las siguientes:

1. Para los niveles de IPC los datos fueron obtenidos desde el Banco Mundial, pero para el caso de Chile no se encontraba la información disponible para todos los periodos, por lo que, se procedió a utilizar la información disponible en el Banco Central de Chile, sólo para Chile, por lo que una economía tiene datos de distinta fuente para la misma variable y periodo de tiempo.

2. Para el caso de Luxemburgo no existía información disponible del gasto público en educación, el que era necesario para calcular el gasto neto del Gobierno, por lo que se utilizó el gasto en educación como porcentaje del PIB, el que se transformó a porcentaje del gasto total del Gobierno.
3. Es probable que algunas hipótesis planteadas, en relación a las variables que determinan el crecimiento económico, pudieran no ser validadas en este estudio empírico, puesto que, el grupo de países OCDE tienden a ser heterogéneos con países fuera de la OCDE pero relativamente homogéneos con países dentro de la OCDE, lo que probablemente no generara la variación necesaria en ciertas variables para ser medidas correctamente.
4. Las variables tasa de desempleo (U) y gasto del Gobierno neto (GOBIRNO NETO) son significativas con un 10% de significatividad, en la función translogarítmica para el modelo de eficiencia técnica, lo que obliga a ser cuidadosos con su interpretación.

Para las futuras investigaciones se propone lo siguiente:

1. Se podrían agregar a los países OCDE países de Latinoamérica, calcular sus niveles de eficiencia técnica por separados, como grupos y luego juntos, para comprobar si los niveles de eficiencia técnica de los países cambian de acuerdo al contexto donde están siendo evaluados.
2. Sería interesante poder realizar un enfoque multi-ecuacional para identificar los determinantes del crecimiento, es decir, que cada variable determinante cuente con una ecuación que explique qué es lo que la determina.
3. La metodología de fronteras estocásticas podría ser aplicada a niveles regionales dentro de un país como Chile, para ver qué tan eficientes son las regiones y como están siendo administradas.
4. Aumentar, en medición, el número de variables que determinan el crecimiento económico, pero vinculadas a la calidad del crecimiento, como poder evaluar variables sociales y políticas.
5. Para el modelo de datos de panel podría mejorarse el modelo, en cuanto a su especificación, incluyendo relaciones no lineales entre variables, por ejemplo para el caso de variables explicativas que intentan medir los niveles de democracia y desarrollo del mercado financiero, puesto que, la literatura empírica relacionada establece en algunos casos que la relación de estas variables con el crecimiento no sería totalmente lineal.

BIBLIOGRAFÍA

El largo plazo es una guía errónea acerca de los acontecimientos actuales. A largo plazo estaremos muertos. Los economistas se proponen realizar una tarea muy fácil y muy poco útil si en medio de una tempestad lo único que pueden afirmar es que cuando la tormenta pase, el mar volverá a estar tranquilo.

John Maynard Keynes

Acemoglu, D. & Robinson, J., 2012. La Creación de la Prosperidad y la Pobreza. En: *Por Qué Fracasan los Países: Los Orígenes del Poder, la Prosperidad y la Pobreza.* Barcelona: Ediciones Deusto, pp. 91-120.

Adams, R., Berger, A. & Sickles, R., 1999. Semiparametric Approaches to Stochastic Panel Frontiers with Applications in Banking Industry. *Journal of Business and Economic statistics,No* 17, pp. 349-358.

Afonso, A., Shuknecht, L. & Tanzi, V., 2003. Public Sector efficiency: An International Comparison. *Working paper series, European Central Bank,* Issue 242.

Afriat, S., 1972. Efficiency Estimation of Production Functions. *International Economic Review, Vol. 3, No. 3,* pp. 568-598.

Aguirre, D. M. S., 2007. *Determinantes del Crecimiento Económico, Población y Familia: El Caso Guatemala.,* s.l.: Centro de Invetigación de la Asociación Familia Desarrollo Población..

Aigner, D., Amemiya, T. & D.J.Poirier, 1976. On Estimation of Production Frontiers: Maximum Likelihood Estimation of the Parameters of a Discontinuous Density Function. *International Economic Review, Vol. 17, No. 2,* pp. 377-396.

Aigner, D. & Chu, S., 1968. On Estimating the Industry Production Function. *The American Economic Review, Vol. 58, No 4,* pp. 826-839.

Aigner, D., Lovell, C. K. & Schmidt, P., 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics Vol 6,* pp. 21-33.

Alam, I. & Sickles, R., 1998. The Relationship Between Stock Market Returns and Technical Efficiency Innovation: Evidence from the U.S. Airline Industry. *Journal of productivity Analysis, No* 2, pp. 35-51.

Albriktsen, R. & Førsund, F., 1990. A Productivity Study of Norwegian Building Industry. *Journal of Productivity Analysis,* No 2, pp. 53-66.

Amarante, V., 2008. Crecimiento Económico, Distribución del Ingreso y Conflicto Social: El caso de América Latina.. *La Economía Política de la Pobreza.,* pp. 31-65.

Amate, I. & Guarnido, A., 2011. *Factores Determinantes del Desarrollo Económico y Social.* s.l.:Unicasa Fundación.

Annaert, J., Broeck, J. V. D. & Vennet, R., 2001. *Determinants of Mutual Fund Performance: A Bayesian Stochastic Frontier Approach,* Ghent, Belgium: Working Paper 2001/103, University of Ghent.

Balassa, B., 1989. *Financial Liberalization in Developing Countries,* Washington DC: Development Economics the World Bank.

Barro, R. J., 1991. Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Hournal of Economics, vol. 106, No 2,* pp. 407-443.

Barro, R. J., 2000. Inequality and Growth in a Panle of Countries. *Journal of Economics Growth,* pp. 5-32.

Barro, R. J., 2002. Cantidad y Calidad del Crecimiento Económico.. *Economía Chilena Vol 5, Nº 2,* pp. 17-36.

Barro, R. J., 2003. Crecimiento Económico por Países. *CLM. Economía, No 2,* pp. 11-33.

Barro, R. J., Grilli, V. & Febrero, R., 1997. *Macroeconomía: Teoría y Política.* s.l.:McGraw-Hill.

Barro, R. J., Mankiw, N. G. & Sala-i-Martini, X., 1992. *Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth,* s.l.: NBER Working Paper Series No. 4206.

Bassanini, A., Scarpetta, S. & Hemmings, P., 2001. Economic Growth: The Role of Policies and Institutions: Panel Data Evidence from OECD Countries. *OECD Economic Department Working Papers. Número 283, OECD Publishing.*

Battese, G., 1992. Frontier Production functions and Technical Efficiency a Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics. *Agricultural Economics,* No 7, pp. 185-208.

Bird, R., 1961. Crecimiento de la población y desarrollo economico. *Revista de Ciencias Sociales. Instituto de Desarrollo Económico y Social, Vol.*1, No 2, p. 8.

Blanchard, O. & Enrri, D. P., 2000. *Macroeconomía: Teoría y Política Económica con Aplicaciones a América Latina.* Primera ed. Buenos Aires: Prentice-Hall: Pearson Educación.

Chirinos, R., 2007. Determinantes del Crecimiento Económico: Una revisión de la literatura existene y estimaciones para el periodo 1960-2000. *Serie de Documentos de Trabajo Banco Central de Reserva del Perú.*

Cobb, S. & Douglas, P., 1298. A Theory of Production. *American Economic Review,* No 18, pp. 139-165.

Coelli, T. J., 2003. A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Working Papers, The University of New England,* Issue 7/96.

Coelli, T. J., Rao, D. P., O'Donnell, C. J. & Battese, G. E., 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Second Edition.* New York: Springer.

Cole, J. H., 2004. Determinantes del Crecimiento Económico Mundial, 1980-99. *Ciencias Económicas 24 (Enero-Junio),* pp. 29-48.

Conroy, S. & Arguea, N., 2008. An Estimation of Technical Efficiency for Florida Public Elementary Schools. *Economics of Education Review,* No 27, pp. 655-663.

De Gregorio, J., 2007. *Macroeconomía. Teoría y Política.* Santiago de Chile: Pearson-Educación.

De Gregorio, J. & Guidotti, P. E., 1995. Financial Development and Economic Growth. *World Development, Vol. 23, No. 3,* pp. 433-438.

De la Fuente, H., Berné, C. & Pedraja, M., 2013. Theorical Model of Marketing Productivity: An Aplication to Retail Service Companies in Spain. *International Journal of Economics and management Engineering, Vol 3, No* 6, pp. 268-277.

Debreu, G., 1951. The Coefficiente of Resource Utilization. *Econometrica,* No 19, pp. 273-292.

Delgado, M. & álvarez, I., 2005. Evaluación de la Eficiencia Técnica en los Países Miembro de la Unión Europea. *Gestión y Política Pública, Vol 14, No* 1, pp. 107-128.

Ding, S. & Knight, J., 2011. Why Has China Grown so Fast? The Role of Physical and Human Capital Formation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics.,* pp. 141-174.

Dornbusch, R. & Fischer, S., 1997. *Macroeconomía.* Sexta ed. Madrid: Mc GrawHill.

Dornbusch, R., Fischer, S. & Startz, R., 2008. *Macroeconomía.* Décima ed. Ciudad de México: Mc GrawHill.

Farrell, M. J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A (general), Part.3, Vol. 120, No 3,* pp. 253-290.

Giménez, G. & Sanaú, J., 2009. Instituciones, Capital Humano, Capital Físico y Crecimiento Económico. Un Enfoque Multiecuacional.

Greene, W., 1993. The Econometric Approach to Efficieny analysis. En: *The Measurement of Productive Efficiency.* Oxford: Oxfor University Press.

Gujarati, D. M. & Porter, D. C., 2009. Autocorrelación: ¿qué pasa si los términos de error están correlacionados?. En: *Econometría, Quinta Edición.* México: Mc GrawHill, pp. 412-466.

Gujarati, D. N. & Porter, D. C., 2009. Modelos de Regresión con Datos de Panel. En: *Econometría, Quinta Edición.* México: Mc GrawHill, pp. 591-616.

Hachicha, N., 2005. Banking Sector Controls and Financial Deeping: A Structural Error Correction Model for Tunisia. *The Developing Economies, Vol XLIII, No 2,* pp. 265-284.

Helvoigt, T. & Adams, D., 2009. A Stochastic Frontier Analysis of Technical Progress, Efficiency Change and Productivity Growth in the Pacific Northwest Sawmill Industry. *Forest Policy and Economics,* No 11, pp. 280-287.

Kodde, D. & Palm, F., 1986. Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restriction. *Econometrica,* Vol 54, pp. 1243-1248.

Krishnasamy, G. & Ahmed, E. M., 2009. Productivity Growth Analysis in OECD Countries: Aplication of Meta Frontier Functions.. *The Journal of the Korean Economy, Vol 10, No 2,* pp. 225-244.

Kumbhakar, S. C. & Lovell, C. K., 2000. Technical Efficiency. En: *Stochastic Frontier Analysis.* Cambridge: Cambridge University Press, pp. 42-49.

Larraín, F. & Vergara, R., 1992. Distribución del Ingreso, Inversión y Crecimiento. *Cuadernos de Economía,No 87,* pp. 207-228.

Levine, R. & Zervos, S., 1998. Stock Markets, Banks, and Economic Growth. *The American Economic Review, Vol. 88, No. 3,* pp. 537-558.

Li, H. & Zou, H.-f., 1998. Income Inequality is Not Harmful for Growth: Theory and Evidence. *Review of Development Economics,* pp. 318-334.

Mankiw, G., 2006. *Macroeconomía.* Sexta ed. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

Mankiw, G., 2012. *Principios de Economía 6ª Edición.* Ciudad de México: Cengage Learning.

Mankiw, N., Romer, D. & Weil, D., 1992. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics.*

Maudos, J., Pastor, J. M. & Serrano., L., 2000. Convergence in OECD Countries: Technical Change, Efficiency and Productivity.. *Applied Economics, Vol 32, No 6.,* pp. 757-765.

Maudos, J., Pastor, J. M. & Serrano, L., 2000.. Crecimiento de la Productividad y su Descomposición en Progreso técnico y Cambio de Eficiencia: Una Aplicación Sectorial y Regional en España (1964-1993). *Investigaciones Económicas., Vol* XXIV, No 1, pp. 177-205.

Meeusen, W. & Broeck, J. v. d., 1977. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review,* No 18, pp. 435-444.

Montoya, O. & Soto, J., 2011. Estimación de la Eficiencia Técnica de las Economías de los Departamentos Cafeteros de Colombia Aplicando la Función Cobb-Douglas Translogarítmica con Fronteras Estocásticas y Datos de Panel. *Scientia et Technica,Vol.* XVII, No 47, pp. 83-88.

Nicholson, W., 1997. *Teoría Microeconómica: Principios Básicos y Ampliaciones.* Primera ed. s.l.:Thomson.

Ocampo, J. A., Spiedel, S. & Stiglitz, J. E., 2008. Capital Market Liberalization and Development. En: *Capital Market Liberalization and Development.* s.l.:Oxford, pp. 1-47.

Perez, C., 2015. *Modelos Econométricos con Datos de Panel.* Lexington: s.n.

Pestana, C. & Gardía-del-Barro, P., 2008. Efficiency Measurment of the English Football Premier League with a Random Frontier Model. *Economic Modelling,* No 25, pp. 994-1002.

Ray, D., 1998. *Economía del Desarrollo.* Primera ed. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

Richmond, J., 1974. Estimating the Efficiency of Production. *International Economic Review, Vol. 15, No. 2,* pp. 515-521.

Rojas, P., López, E. & Jiménez, S., 1997. *Determinantes del Crecimiento y Estimación del Producto Potencial en Chile,* Santiago de Chile: Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile Nº 24.

Sala-i-Martín, X., 2002. La Nueva Economía del Crecimiento: ¿Qué Hemos Aprendido en Quince Años?. *Economía Chilena,* pp. 5-15.

Samuelson & Nordhaus, 2010. *Economía.* Decimoquinta ed. s.l.:Mc GrawHill.

Schmidt, P., 1976. On the Statistical Estimation of Parametric Frontier Production Functions. *Review of Economic and Statistics, Vol. 58,* pp. 238-239.

Wooldridge, M. J., 2009. Advanced Panel Data Methods. En: *Introductory Econometrics a Modern Approach, Fourth Edition, International Student Edition.* Canada: South-Western Cengage Learning, pp. 481-505.

Wooldridge, M. J., 2009. Pooling Cross Sections acros Time: Simple Panel Data Methods. En: *Introductory Econometrics a Moder Approach, Fourth Edition, International Student Edition..* Canada : South-Western Cenegage Learning, pp. 444-480.

Xiaoquing, X., 2005. Investment in Physical Capital, Investment in Health and Economic Growth in China. *Investment Management and Financial Innovations,* pp. 23-29.

ANEXOS

Lo que medimos afecta a lo que hacemos; y si nuestras mediciones son imperfectas, las decisiones se podrían distorsionar.

Joseph E. Stiglitz

Anexo 1: Descripción de las variables

Crecimiento Económico

El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales. Los datos están expresados en moneda local a precios constantes. PIB (UMN a precios constantes.

Tasa de crecimiento anual porcentual del PIB a precios de mercado en moneda local, a precios constantes. Los agregados están expresados en dólares de los Estados Unidos a precios constantes del año 2005. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales. Crecimiento del PIB (% anual).

PIB per cápita por paridad del poder adquisitivo (PPA)[114]. El PIB por paridad del poder adquisitivo (PPA) es el producto interno bruto convertido a dólares internacionales utilizando las tasas de paridad del poder adquisitivo. Un dólar internacional tiene el mismo poder adquisitivo sobre el PIB que el que posee el dólar de los Estados Unidos en ese país. El PIB a precio de comprador es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales. Los datos se expresan en dólares internacionales a precios constantes de 2011.PIB per cápita, PPA ($ a precios internacionales constantes de 2005).

Inversión

La formación bruta de capital (anteriormente, inversión interna bruta) comprende los desembolsos en concepto de adiciones a los activos fijos de la economía más las variaciones netas en el nivel de los inventarios. Los activos fijos incluyen los mejoramientos de terrenos (cercas, zanjas, drenajes, etc.); las adquisiciones de planta, maquinaria y equipo, y la construcción de carreteras, ferrocarriles y obras

[114] Para el caso del nivel inicial del PIBpc se tienen los datos para el periodo comprendido entre los años 2002 y 2012.

afines, incluidas las escuelas, oficinas, hospitales, viviendas residenciales privadas, y los edificios comerciales e industriales. Los inventarios son las existencias de bienes que las empresas mantienen para hacer frente a fluctuaciones temporales o inesperadas de la producción o las ventas, y los "productos en elaboración". De acuerdo con el SCN de 1993, las adquisiciones netas de objetos de valor también constituyen formación de capital. Formación bruta de capital (% del PIB).

Trabajo

La cantidad de trabajo se obtiene a partir de la población activa total que comprende a personas de 15 años o más que satisfacen la definición de la Organización Internacional del Trabajo de población económicamente activa: todas las personas que aportan trabajo para la producción de bienes y servicios durante un período específico. Incluye tanto a las personas con empleo como a las personas desempleadas. Si bien las prácticas nacionales varían en el tratamiento de grupos como las fuerzas armadas o los trabajadores estacionales o a tiempo parcial, en general, la población activa incluye a las fuerzas armadas, a los desempleados, a los que buscan su primer trabajo, pero excluye a quienes se dedican al cuidado del hogar y a otros trabajadores y cuidadores no remunerados. Multiplicado por $(1 - tasa\ desempleo)$, donde el desempleo corresponde a la proporción de la población activa que no tiene trabajo pero que busca trabajo y está disponible para realizarlo.

Inflación

La inflación medida por el índice de precios al consumidor refleja la variación porcentual anual en el costo para el consumidor medio de adquirir una canasta de bienes y servicios que puede ser fija o variable a intervalos determinados, por ejemplo anualmente. Por lo general se utiliza la fórmula de Laspeyres. Inflación, precios al consumidor (% anual).

Otra medida de inflación es la que corresponde al deflactor. La inflación, medida según la tasa de crecimiento anual del deflactor implícito del PIB, muestra la tasa de variación de precios en la economía en general. El deflactor implícito del PIB es el cociente entre el PIB en moneda local a precios corrientes y el PIB en moneda local a precios constantes.

Desigualdad

Para medir la desigualdad se utiliza el coeficiente de Gini, utilizando el ingreso disponible después de impuestos y transferencias.

Crecimiento de la Población

La tasa de fertilidad total representa la cantidad de hijos que tendría una mujer si viviera hasta el final de sus años de fertilidad y tuviera hijos de acuerdo con las tasas de fertilidad actuales específicas por edad.

Crecimiento demográfico (porcentaje de variación anual). Corresponde a la tasa exponencial de aumento de la población a mediados de año, contabilizado desde el año t-1 a t, expresado como porcentaje.

Gasto Neto del Gobierno

El gasto neto del gobierno como porcentaje del PIB corresponderá al gasto del gobierno, menos los gastos realizados por parte del gobierno en educación como porcentaje sobre el total del gasto público y en defensa, expresado como porcentaje del PIB[115], puesto que son considerados como inversión.

El gasto del gobierno corresponden a los gastos son los pagos de dinero por actividades operativas del Gobierno para la provisión de bienes y servicios. Incluye remuneración de empleados (como sueldos y salarios), interés y subsidios, donaciones, beneficios sociales y otros gastos como renta y dividendos. Gasto (% del PIB).

El Gasto en Defensa de los datos sobre gastos militares del SIPRI[116] se obtienen de la definición de la OTAN[117], la cual incluye todos los gastos corrientes y de capital relativos a las fuerzas armadas, incluidas las fuerzas de mantenimiento de la paz; los ministerios de defensa y demás organismos de Gobierno que participan en proyectos de defensa; las fuerzas paramilitares, si se considera que están entrenadas y equipadas para operaciones militares; y las actividades en el área militar. Dichos gastos incluyen el personal militar y civil, incluidas las pensiones de retiro del personal militar y servicios sociales para el personal,

[115] La forma de calcular el gasto neto del gobierno se hace de la siguiente forma:$Gasto\ Neto = PIB \cdot Gasto\ gobierno\ como\ porcentaje\ del\ PIB\ ((PIB\ Gasto\ gobieno\ en\ defensa\ como\ porcentaje\ del\ PIB) + \big((PIB \cdot gasto\ del\ gobierno\ como\ porcentaje\ del\ PIB) \cdot gastodel\ gobierno\ en\ educación\ como\ porcentaj\ del\ gasto\ total\ del\ gobierno\big))$

[116] Stockholm International Peace Research Institute.

[117] Organización del Tratado del Atlántico Norte.

operación y mantenimiento, compras, investigación y desarrollo militares, y ayuda militar (en los gastos militares del país donante). No incluye la defensa civil y los gastos corrientes de actividades militares previas, como los beneficios para veteranos, desmovilización, conversión y destrucción de armas. Sin embargo, esta definición no puede aplicarse a todos los países, ya que eso requeriría mucha más información detallada que la disponible en los presupuestos militares y las partidas de gasto militar fuera del presupuesto. (Por ejemplo, los presupuestos militares podrían abarcar o no la defensa civil, los reservistas y fuerzas auxiliares, fuerzas policiales y paramilitares, fuerzas de propósito dual tales como la policía militar y la civil, donaciones militares en especie, pensiones para el personal militar y contribuciones a la seguridad social pagados por un sector del Gobierno a otro.). Gasto militar (% del PIB).

El gasto público en educación como porcentaje del gasto total del gobierno comprende el gasto público total (corriente y de capital) en educación expresado como porcentaje del gasto total del gobierno en un año determinado. El gasto público en educación incluye el gasto del Gobierno en instituciones educativas (públicas y privadas), administración educativa y subsidios o transferencias para entidades privadas (estudiantes/hogares y otras entidades privadas).

Progreso Tecnológico

El gasto en Innovación y desarrollo, se define como el gasto total (corrientes y de capital) en innovación y desarrollo por todas las empresas residentes, institutos de investigación, laboratorios universitarios y gubernamentales, entre otros, En un país Este indicador incluye la innovación y desarrollo financiado desde el extranjero, pero excluye los fondos nacionales para la innovación y desarrollo realizada fuera de la economía doméstica. Este indicador se mide en millones de dólares y como porcentaje del PIB de cada año.

Otra variable que refleja el progreso tecnológico corresponde al número de solicitudes de patente son las solicitudes de patente presentadas en todo el mundo a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o en una oficina nacional de patentes por los derechos exclusivos sobre un invento: un producto o proceso que presenta una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Una patente brinda protección respecto de la invención al dueño de la patente durante un período limitado que suele abarcar 20 años.

Capital Humano

La esperanza de vida al nacer indica la cantidad de años que viviría un recién nacido si los patrones de mortalidad vigentes al momento de su nacimiento no cambian a lo largo de la vida del infante.

Tasa bruta de matrícula (TBM), educación primaria, total. Corresponde al número total de estudiantes matriculados en educación primaria, independientemente de su edad, expresado como porcentaje de la población total en edad oficial de cursar enseñanza primaria. La tasa bruta de matrícula puede ser superior al 100% debido a la inclusión de estudiantes mayores y menores a la edad oficial ya sea por repetir grados o por un ingreso precoz o tardío a dicho nivel de enseñanza.

Tasa bruta de matrícula (TBM), enseñanza secundaria, todos los programas, total. Corresponde al número total de estudiantes matriculados en educación secundaria, independientemente de su edad, expresado como porcentaje de la población total en edad oficial de cursar la secundaria. La TBM puede ser superior a 100% debido a la inclusión de estudiantes mayores y menores a la edad oficial ya sea por repetir grados o por un ingreso precoz o tardío a dicho nivel de enseñanza.

El porcentaje de adultos, comprendido entre los 25 y 64 años de edad, que han logrado los tres niveles de educación. Medido como el porcentaje de personas que finalizaron los tres niveles sobre el grupo etario total.

Proporción de alumnos por docente, en las escuelas en todos los niveles. Corresponde al número de alumnos matriculados dividido por el número de docentes.

Otro indicador de capital humano utilizado es, la que corresponde a población activa con educación terciaria, que es la proporción de la población activa que posee una educación terciaria, como porcentaje de la población activa total.

Mercado Financiero

El crédito interno provisto por el sector bancario incluye todo el crédito a diversos sectores en términos brutos, con excepción del crédito al Gobierno central, que es neto. El sector bancario incluye las autoridades monetarias y los bancos creadores de dinero, así como otras instituciones bancarias en los casos en que se dispone de datos (incluidas las instituciones que no aceptan depósitos transferibles pero contraen las mismas obligaciones que los depósitos a plazo y de ahorro).

Ejemplos de otras instituciones bancarias son las sociedades de ahorro y préstamo hipotecario y las asociaciones de crédito inmobiliario. Crédito interno provisto por el sector bancario (% del PIB).

La capitalización de mercado (también llamada valor de mercado) es el precio de las acciones multiplicado por la cantidad de acciones en circulación. Las compañías nacionales que cotizan en bolsa son las empresas constituidas dentro de un país que al cierre del ejercicio cotizan en las bolsas de valores de ese país. Las empresas que cotizan en bolsa no incluyen sociedades de inversión, fondos comunes de inversión ni otros vehículos de inversión colectivos. Capitalización en el mercado de las compañías que cotizan en Bolsa (% del PIB).

Las compañías nacionales que cotizan en bolsa son las empresas constituidas dentro de un país que al cierre del ejercicio cotizan en las bolsas de valores de ese país. Este indicador no incluye sociedades de inversión, fondos comunes de inversión ni otros vehículos de inversión colectivos.

Tasa de crecimiento anual promedio en dinero y cuasi dinero. El dinero y el cuasi dinero comprenden la suma de moneda fuera de los bancos, depósitos a la vista no realizados por el Gobierno central, y los depósitos a plazo, de ahorro y en moneda extranjera por parte de sectores residentes distintos del Gobierno central. Esta definición se denomina a menudo M2; corresponde a las líneas 34 y 35 de las Estadísticas Financieras Internacionales (EFI) del Fondo Monetario Internacional (FMI). La variación de la oferta monetaria se mide como la diferencia entre los totales al final del año y el nivel de M2 del año anterior.

Comercio

Las exportaciones de bienes y servicios representan el valor de todos los bienes y demás servicios de mercado prestados al resto del mundo. Incluyen el valor de las mercaderías, fletes, seguros, transporte, viajes, regalías, tarifas de licencia y otros servicios tales como los relativos a las comunicaciones, la construcción, los servicios financieros, los informativos, los empresariales, los personales y los del Gobierno. Excluyen la remuneración de los empleados y los ingresos por inversiones (anteriormente denominados servicios de los factores), como también los pagos de transferencias.

El nivel de comercio es la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios, medidas como proporción del producto interno bruto.

El índice neto de la relación de intercambio de trueque se calcula como la relación porcentual de los índices de valor de la unidad de exportación con respecto a los índices de valor de la unidad de importación, medidos en relación al año 2000 tomado como base. Los índices de valor unitario se basan en datos entregados por los países que demuestran congruencia según los controles de calidad de UNCTAD, complementados con cálculos de UNCTAD que usan como ponderaciones los valores comerciales del año anterior en el nivel de tres dígitos de la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional. Para mejorar la cobertura de los datos, en especial para los últimos períodos, UNCTAD crea un conjunto de índices de precios promedio en la clasificación de productos de tres dígitos de la revisión 3 de la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional usando la Estadística de precios de productos básicos de UNCTAD, fuentes nacionales e internacionales y cálculos de la Secretaría de la UNCTAD y calcula los índices de valor unitario a nivel del país usando como ponderaciones los valores comerciales del año en curso.

Instituciones

Para medir como las instituciones, tanto de carácter político como económico, afectan al crecimiento económico se ha decidido utilizar el Índice de Libertad Económica, desarrollado por la fundación *Heritage*, el *ThinkTank* número uno en Washington, y *The Wall Street Journal*. Este índice contiene los efectos de (1) El Estado de Derecho, medido por los Derechos de Propiedad y Libertad Frente a la Corrupción. (2) El Tamaño del Gobierno, medido por la Libertad Fiscal y el Gasto Público. (3) La Eficiencia Reguladora, medida por la Libertad Empresarial, Libertad Laboral y Libertad Monetaria, y (4) que corresponde a la Apertura de los Mercados, medido por medio de la Libertad Comercial, Libertad en la Inversión y Libertad Financiera.

Anexo 2: Modelo de corte transversal.

Dentro de las estructuras de datos más importantes, típicas en el trabajo en economía aplicada, tenemos los datos de corte transversal o datos de sección cruzada. Un conjunto de datos de corte transversal es una muestra que puede estar compuesta por individuos, familias, universidades, empresas, instituciones, ciudades, estados, países u otro tipo de unidades muy variadas, que son seleccionadas en un momento determinado de tiempo.

Dicho lo anterior, es que se pasará a revisar las especificaciones de un modelo econométrico de corte transversal. En este caso se utilizará el modelo con K

variables independientes, conocido también como modelo general de regresión lineal múltiple. Donde el modelo tiene la siguiente especificación:

ECUACIÓN 29

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \cdots + \beta_k x_k + \mu$$

Donde y corresponde a la variable exógena o dependiente, β_0 corresponde al intercepto, $x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_k$ corresponde a los vectores de variables independientes que buscan explicar a la variable dependiente, $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \cdots + \beta_k$ corresponde a los parámetros que se quieren estimar, mientras μ es el error que contiene todos los factores distintos de $x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_k$ y que explican y afectan a y. Es necesario destacar que no importa cuántas variables se incluyan en el modelo, siempre habrá factores que no se pueden incluir y todos ellos juntos están contenidos en μ(Wooldridge, 2009). Donde las desviaciones de μ es una variable aleatoria no observable que adopta valores positivo o negativos (Gujarati & Porter, 2010).

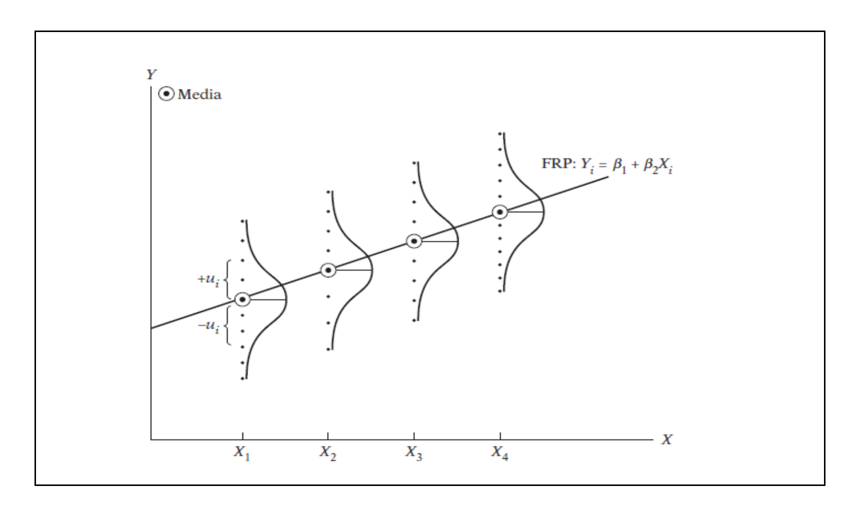
Este modelo de regresión funciona, según Gujarati y Porter (2010), bajo los siguientes supuestos:

Supuesto 1: el modelo debe ser lineal en los parámetros, aunque puede o no ser linean en las variables.

Supuesto 2: los valores fijos de x_i o valores independientes del término de error. Se supone que las variables x_i y el término error son independientes. Esto se traduce en $cov(x_i, \mu_i) = 0$.

Supuesto 3: el valor medio de la perturbación μ_i es igual a cero, dado el valor de x_i, la media o el valor esperado del término de perturbación aleatoria μ_i es cero, la que se expresa de la siguiente forma $E(\mu_i|x_i) = 0$.

GRÁFICO 46[118]: EJEMPLO DISTRINUCIÓN NORMAL DE LOS RESIDUOS



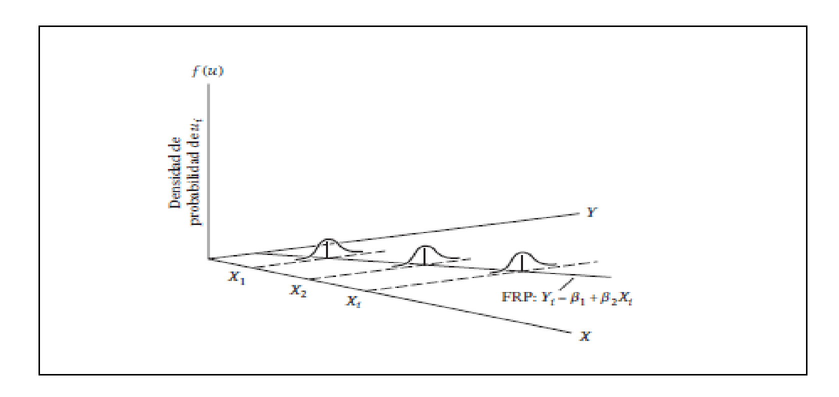
La medida de μ_i depende de las x_i dadas. En el GRÁFICO 46 se muestra algunos valores de la variable x_i y las poblaciones y asociadas a cada uno de ellos, con un x_i dado que está asociado a una distribución entorno a su media. Con algunos valores por encima y otros por abajo, estas distancias corresponden a μ_i. Lo que busca entonces el supuesto es que la suma de todas estas μ_i sea cero. Además Wooldridge (2009) asegura que la importancia de este supuesto radica en que, asegura que otros factores que no están siendo medidos, pero que se contienen en μ_i, no están correlacionadas con las variables explicativas.

El no cumplimiento de este supuesto se puede deber a problemas de especificación en el modelo, por ejemplo utilizar el nivel de una variable en lugar de utilizar el logaritmo de la misma. Otro caso podría ser que se está omitiendo un importante factor que se encuentre correlacionado con las variables explicativas (Wooldridge, 2009).

Supuesto 4: homoscedasticidad o varianza constante de μ_i. La varianza del error, o de perturbación, es la misma sin importar el valor de x_i. La que queda expresada como $var(\mu_i) = \sigma^2$. La $var(\mu_i|x_i)$ es algún número positivo constante igual a σ^2. Las poblaciones de y correspondientes a diversos valores de x_i tienen la misma varianza, esto permite cumplir que la variación alrededor de la línea de regresión es la misma para todos los valores de x_i, no aumentan ni disminuyen conforme varía x_i.

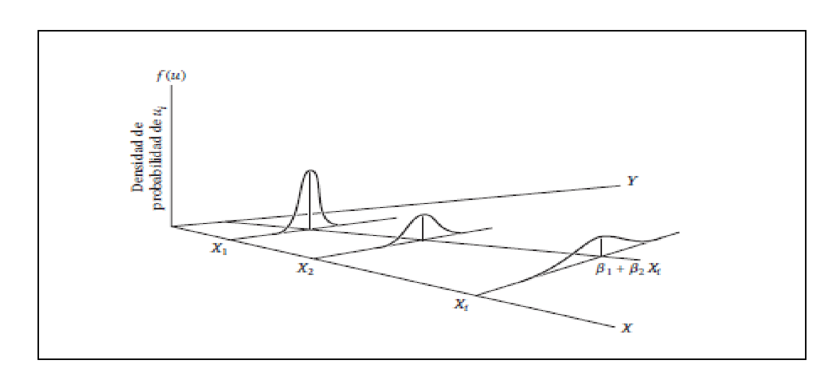
[118] GRÁFICO 46 extraído de (Gujarati & Porter, 2010), página 63.

GRÁFICO 47[119]: EJEMPLO VARIANZA CONSTANTE DEL ERROR ALEATORIO



De no cumplirse esto existe lo que se conoce como Heteroscedasticidad (ver GRÁFICO 48), lo que provoca que no todos los valores de y que corresponden a las diversas x_i serán igualmente confiables, si se juzga la confiablidad por la cercanía o el alejamiento con que se distribuyen los valores de y alrededor de sus medias.

GRÁFICO 48[120]: EJEMPLO HETEROSCEDASTICIDAD EN EL ERROR



Lo anterior implica que en el caso de cumplirse $var(\mu_i|x_i) = \sigma^2$las varianzas condicionales de y_i también serán homoscedasticas como se expresa en $var(y_i|x_i) = \sigma^2$.

<u>Supuesto 5</u>: no hay autocorrelación entre las perturbaciones, dado dos valores cuales quieran de x, x_i y x_j $(i \neq j)$, la correlación entre dos μ, μ_i y μ_j cualesquiera $(i \neq j)$ es cero. Lo que se expresa como $cov(\mu_i, \mu_j | x_i x_j) = 0$. Esto significa que en el caso de no cumplir este supuesto, y_t no dependería solo de x_t, sino que también de μ_{t-1}, puesto que μ_{t-1} determinaría en cierta medida a μ_t.

<u>Supuesto 6</u>: el número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros por estimar.

<u>Supuesto 7</u>: debe existir variación en los valores de x_i.

---

[119]GRÁFICO 47 extraído de (Gujarati & Porter, 2010), página 65.
[120]GRÁFICO 48 extraído de (Gujarati & Porter, 2010), página 65.

Supuesto 8: no debe existir multicolinealidad, esto significa que ninguna de las variables explicativas puede escribirse como combinación lineal exacta de las variables explicativas restante en el modelo. Según Wooldridge (2009) las variables explicativas pueden tener cierto grado de correlación pero no deben estar perfectamente correlacionadas. Si este supuesto no se cumple los parámetros del modelo no podrían ser estimados por mínimo cuadrados ordinarios. Una solución para el problema de la multicolinealidad es retirar del modelo una de las variables explicativas que están correlacionadas (Wooldridge, 2009).

Supuesto 9: no debe existir el sesgo de especificación.

Anexo 3: Modelo de datos de panel.

Los datos de panel constituyen un tipo especial de muestra en las que se sigue el comportamiento de un cierto número de agentes económicos a través del tiempo. Una característica esencial de la estructura de datos de panel es su bidimensionalidad. Una dimensión la constituye la lista de individuos y la otra dimensión la forman los instantes de tiempo (Perez Lopez, 2015).

La utilización de los datos de panel toma en cuenta de manera explícita la heterogeneidad, al permitir la existencia de variables específicas por sujeto. Los datos de panel proporcionan una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia. Además detectan y miden mejor los efectos que sencillamente ni si quiera se observan en datos puramente de corte transversal o de series de tiempo. Los datos de panel permiten estudiar modelos de comportamiento más complejos. Por lo tanto, esta metodología enriquece el análisis empírico de manera que no sería posible con solo modelos de corte transversal o series de tiempo (Gujarati & Porter, 2010).

La doble dimensionalidad de un panel de datos lleva a considerar el modelo de regresión con datos de panel como un conjunto de modelos para cada valor de la variable temporal. Considerando que se parte de un modelo de regresión que tiene como variable dependiente y y como variables independientes $x_1, x_2, \ldots, x_k$, dado por la ecuación:

ECUACIÓN 30

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k + \mu$$

Dado un conjunto de N observaciones para cada una de las variables endógenas y exógenas, es posible expresar el modelo como sigue:

ECUACIÓN 31

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots + \beta_k x_{ki} + \mu_i \qquad i = 1, \dots, N$$

Considerando ahora el modelo anterior para cada unidad temporal t donde $t = 1, 2, 3, \dots, T$. Este es el modelo conocido como datos de panel, el que puede ser expresado de la siguiente forma:

ECUACIÓN 32

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{21t} + \cdots + \beta_k x_{kit} + \mu_{it}$$

La que también puede ser expresada de la siguiente manera:

ECUACIÓN 33

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \mu_{it}$$

Donde $i = 1, \dots, N$ observaciones muestrales y $t = 1, \dots, T$ instantes temporales. Se tiene que μ_{it} son los términos de erro en cada instante temporal. Teniendo que $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ son los parámetros a estimar.

A continuación se revisará tres maneras de estimar los modelos de datos de panel, que corresponden a los paneles de primera diferencia, efectos fijos y efectos aleatorios. Para luego terminar determinando el método que mejor se ajuste a las características de la presente investigación.

Primera diferencia

Un modo alternativo para usar los datos de panel, es ver los factores no observados que afectan a la variable dependiente, los que corresponden a dos: aquellos que son constantes en el tiempo y los que varían a través del tiempo.

Dejando i para denotar la unidad de corte transversal y t para identificar el periodo de tiempo, se pude expresar un modelo con una sola variable explicativa, como se ve en la siguiente ecuación para dos periodos de tiempo distintos:

ECUACIÓN 34

$$y_{it} = \beta_0 + \delta_0 d2_t + \beta_1 x_{it} + a_i + \mu_{it} \qquad donte\ t = 1\ y\ 2$$

En la notación y_{it}, i denota personas, empresas, ciudades, entre otros. Mientras que t denota el periodo de tiempo. La variable dummy $d2_t$ es igual a cero en el año 1, mientras que toma el valor 1 en el año 2, y no cambia a través de los individuos, es por eso que no tiene el subíndice i, por otro lado el intercepto para el año 1 es β_0 y para el año 2 es $\beta_0 + \delta_0$. La variable a_i captura todos los factores constantes a través del tiempo que no son observados, que afectan y_{it}. El hecho de que a_i no tiene el subíndice t nos dice que no cambia a través del tiempo. Generalmente a_i es conocido como efecto no observable o efecto fijo, por lo tanto, $y_{it} = \beta_0 + \delta_0 d2_t + \beta_1 x_{it} + a_i + \mu_{it}$ es conocido como modelo de efectos no observados. El error μ_{it}, conocido como el error idiosincrático, representa los factores no observables que cambian a través del tiempo y que afectan y_{it}. Normalmente los factores históricos son capturados efectivamente por el efecto no observable a_i(Wooldridge, 2009).

Para estimar el parámetro de interés β_1 dados dos años de datos de panel, existe la posibilidad de agrupar los dos años y usar Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Este método tiene dos inconvenientes, el más importante de estos es que en orden de que el MCO agrupado para producir un estimador de β_1 sea consistente, sería necesario asumir que el efecto no observado (a_i) no está correlacionado con x_{it}, donde:

ECUACIÓN 35

$$y_{it} = \beta_0 + \delta_0 d2_t + \beta_1 x_{it} + a_i + \mu_{it}$$

Queda expresado como:

ECUACIÓN 36

$$y_{it} = \beta_0 + \delta_0 d2_t + \beta_1 x_{it} + v_{it}$$

Donde $v_{it} = a_i + \mu_{it}$ es usualmente llamado error compuesto, desde donde se sabe sobre MCO, se debe asumir que v_{it} no está correlacionado con x_{it} para que la estimación de β_1 por MCO sea consistente. Por lo tanto, el estimador de MCO agrupado es sesgado e inconsistente si a_i y x_{it} están correlacionados.

La razón para colectar datos de panel es para permitir que el efecto no observable a_i esté correlacionado con las variables explicativas. Pero como no es posible que exista la correlación entre los errores no observables y las variables explicativas, es que se realiza el siguiente proceso de primera diferencia para poder eliminar a_i.

ECUACIÓN 37

$$y_{i2} = (\beta_0 + \delta_0) + \beta_1 x_{i2} + a_i + \mu_{i2} \qquad t = año\ 2$$

ECUACIÓN 38

$$y_{i2} = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + a_i + \mu_{i2} \quad t = año\ 1$$

ECUACIÓN 39

$$(y_{i2} - y_{i1}) = (\beta_0 + \delta_0) - \beta_0 + (\beta_1 x_{i2} - \beta_1 x_{i1}) + (a_i - a_i) + (\mu_{i2} - \mu_{i1})$$

ECUACIÓN 40

$$y_{i2} - y_{i1} = \delta_0 + (\beta_1 x_{i2} - \beta_1 x_{i1}) + (\mu_{i2} - \mu_{i1})$$

ECUACIÓN 41

$$\Delta y_i = \delta_0 + \beta_1 \Delta x_i + \Delta \mu_i$$

Donde Δ denota el cambio de $t = 1$ a $t = 2$, como es posible apreciar el efecto no observado no aparece porque ha sido “diferenciado”, mientras que el intercepto es en realidad el cambio entre $t = 1$ y $t = 2$.

$\Delta y_i = \delta_0 + \beta_1 \Delta x_i + \Delta \mu_i$es conocida como la ecuación de primera diferencia, esta ecuación es muy simple, ya que, es solo una ecuación de corte transversal individual, pero cada variable está diferenciada a través del tiempo. Cuando se obtiene un estimador con $\Delta y_i = \delta_0 + \beta_1 \Delta x_i + \Delta \mu_i$ y con MCO, se le conoce como estimador de primera diferencia.

La ecuación de primera diferencia puede ser analizada como un modelo de corte transversal, siempre y cuando que se cumplan ciertos supuestos claves. El más importante de estos debe ser que $\Delta \mu_i$ no se encuentre correlacionada con Δx_i. Este supuesto se cumple si el error idiosincrático en cada tiempo t, μ_i, no se correlaciona con la variable explicativa. Otro supuesto que debe cumplirse es que Δx_i debe tener alguna variación a través del tiempo, lo que no se cumple en el caso de que la variable explicativa no cambie en el tiempo para cualquier observación de corte transversal, o si cambia en la misma cantidad para cada observación.

La diferenciación usada para eliminar a_i puede reducir ampliamente la variación en las variables explicativas, mientras que x_{it} frecuentemente tiene una variación sustancial en el corte transversal para cada t, Δx_i debería no tener mucha variación. Una pequeña variación en Δx_i puede conducir a un gran error estándar para la estimación de β_1, cuando se estima $\Delta y_i = \delta_0 + \beta_1 \Delta x_i + \Delta \mu_i$ con MCO.

Para el caso de la estimación de la primera diferencia con más de dos periodos, es bastante parecido, ya que, se está interesado en $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. Si el efecto no observado a_i está correlacionado con cualquier variable explicativa, entonces el uso de MCO agrupado en un $T = 3$ resultan en estimadores inconsistentes e sesgados. Al igual como se mencionó anteriormente, para el caso de la diferenciación de dos periodos, el supuesto clave es que los errores idiosincráticos tienen que estar no correlacionados con las variables explicativas en cada periodo. Quedando expresado el modelo de la siguiente manera:

ECUACIÓN 42

$$y_{it} = \delta_1 + \delta_2 d2_t + \delta_3 d3_t + \beta_1 x_{it1} + \cdots + \beta_k x_{itk} + a_i + \mu_{it}$$

ECUACIÓN 43

$$Cov\left(x_{itj}, \mu_{is}\right) = 0, para\ todo\ y, s\ y\ j$$

La ecuación anterior establece que las variables explicativas son estrictamente exógenas después de quitar el error no observable. El supuesto de $Cov\left(x_{itj}, \mu_{is}\right) = 0$ descarta los casos donde las variables explicativas futuras reaccionan a cambios actuales en el error idiosincrático, como debe ser el caso si x_{itj} está dependiendo a la variable explicada retardada.

Los casos en los que el anterior supuesto podría no cumplirse, es si se ha omitido una variable importante que varía en el tiempo, además de los casos que presentan errores en la medición de una o más variables.

Al igual que con el modelo de dos periodos, si a_i está correlacionado con x_{itj}, entonces x_{itj}estará correlacionado con el error compuesto $v_{it} = a_i + \mu_{it}$. Por lo que, es posible eliminar a_i al diferenciar periodos adjuntos. Entonces para el caso de $T = 3$, se resta el periodo del tiempo 1 del periodo 2 y el periodo 2 del periodo 3, entregando la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 44

$$\Delta y_{it} = +\delta_2 \Delta d2_t + \delta_3 \Delta d3_t + \beta_1 \Delta x_{it1} + \cdots + \beta_k \Delta x_{itk} + \Delta \mu_{it}$$

La ecuación representa dos periodos de tiempo para cada individuo de la muestra. Si $\Delta y_{it} = +\delta_2 \Delta d2_t + \delta_3 \Delta d3_t + \beta_1 \Delta x_{it1} + \cdots + \beta_k \Delta x_{itk} + \Delta \mu_{it}$ satisface los supuestos del modelo lineal clásico, entonces los MCO agrupados entrega estimadores insesgados. Como ya se ha mencionado anteriormente, para el caso de $T = 2$, el requerimiento importante para que MCO sea consistente es que $\Delta \mu_{it}$ este no correlacionado con Δx_{itj}.

Es entonces, que teniendo en cuenta todo lo anterior en relación al modelo de primera diferencia, se pasa a presentar los supuestos que soportan el uso de la ecuación de primera diferencia (Wooldridge, 2009).

Supuesto 1: para cada i el modelo es $y_{it} = \beta_1 x_{it1} + \cdots + \beta_k x_{itk} + a_i + \mu_{it}$ donde las β_j son los parámetros que hay que estimar y a_i es el efecto no observado.

Supuesto 2: se tiene una muestra aleatoria de corte transversal.

Supuesto 3: cada variable explicativa cambia con el tiempo (para al menos alguna i) y no existe una relación lineal perfecta entre las variables explicativas.

Supuesto 4: para cada t, el valor esperado del error idiosincrático, dadas las variables explicativas en todos los periodos y el efecto no observado, es cero.

ECUACIÓN 45

$$E(\mu_{it}|x_{itj}, a_i) = 0$$

Cuando se cumple este supuesto (supuesto 4) se dice que x_{itj} son estrictamente exógenas condicionadas al efecto no observable. Una vez que se controlan las a_i, no hay correlación entre las x_{itj} y el error idiosincrático μ_{it}.

Este supuesto es más fuerte de lo necesario, pero se utiliza de esta manera, ya que, pone énfasis en que es lo que interesa de la ecuación:

ECUACIÓN 46

$$E(\mu_{it}|x_{itj}, a_i) = \beta_1 x_{it1} + \cdots + \beta_k x_{itk} + a_i$$

Entonces β_j mide los efectos parciales de las variables explicativas observables manteniendo fijo el efecto no observable a_i. $E(\mu_{it}|x_{itj}, a_i) = 0$ es la condición que mantiene el insesgamiento del estimador de primera diferencia, y como se ha mencionado anteriormente, Δx_{itj} no tiene que estar correlacionado con $\Delta\mu_{it}$.

Supuesto 5: la varianza de los errores diferenciados condicional en todas las variables explicativas es constante, como se expresa en la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 47

$$Var(\Delta\mu_{it}|x_{itj}) = \sigma^2$$

Supuesto 6: para todo $s \neq t$, las diferencias en el error idiosincrático están no correlacionados (condicional en todas las variables explicativas):

ECUACIÓN 48

$$Cov(\Delta\mu_{it}, \Delta\mu_{is} | x_{itj}) = 0$$

Este supuesto establece que los errores diferenciados están esencialmente no correlacionados, lo que significa que μ_{it} sigue un camino aleatorio a través del tiempo.

Supuesto 7: condicional en x_{itj}, las $\Delta\mu_{it}$ son variables independiente he idénticamente distribuidas normal.

Con los supuestos del 1 al 4 se aseguran que los estimadores sean insesgados, donde el supuesto 4 asegura lo que se conoce como exogeneidad estricta de las variables explicativas, mientras que el supuesto 5 establece que los errores diferenciados $\Delta\mu_{it}$ son homocedásticos.

Esta metodología presenta ciertos problemas, los que se presentan a continuación:

- Las variables explicativas que no tienen gran variación en el tiempo, lo que provoca que el método no sirva.
- Aun cuando se tenga suficiente variación en el tiempo en las x_{itj}, las estimaciones de primera diferencia pueden estar sujetas a sesgos serios.
- La exogeneidad estricta es un supuesto serio, pero el hecho de tener más periodos no reduce la inconsistencia del estimador de primera diferencia cuando los regresoras no son estrictamente exógenos.
- Otro inconveniente es que el estimador de primera diferencia podría ser peor que el de MCO agrupado si una o más variables explicativas están sujetas a error en su medición.
- La diferenciación de una regresora mal medido reduce su variación en relación con su correlación con el error diferenciado causado por el error clásico de medición, lo que da como resultado un sesgo potencialmente importante.

Efectos Fijos

Aplicar la primera diferencia es solo una forma de eliminar el efecto fijo a_i. Otro método que podría, eventualmente, funcionar mejor bajo ciertos supuestos, es la transformación de efectos fijos. Donde se presenta la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 49

$$y_{it} = \beta_1 x_{it} + a_i + \mu_{it}$$

Donde para cada i se promedia la ecuación en el tiempo y se obtiene lo siguiente:

ECUACIÓN 50

$$\overline{y_i} = \beta_1 \overline{x_i} + a_i + \bar{\mu}_{it}$$

Entonces si se resta $y_{i2} = \beta_1 x_{i1} + a_i + \mu_{i2}$ de $\overline{y_i} = \beta_1 \overline{x_i} + a_i + \bar{\mu}_{it}$ para cada t, se obtiene:

ECUACIÓN 51

$$y_{it} - \overline{y_i} = \beta_1 (x_{it} - \overline{x_i}) + (a_i - a_i) + (\mu_{it} - \bar{\mu}_{it})$$

ECUACIÓN 52

$$y_{it} - \overline{y_i} = \beta_1 (x_{it} - \overline{x_i}) + \mu_{it} - \bar{\mu}_{it}$$

ECUACIÓN 53

$$\ddot{y}_{it} = \beta_1 \ddot{x}_{it} + \ddot{\mu}_{it}$$

Donde $\ddot{y}$ quiere decir que el dato está deducido sobre y. Además cómo es posible apreciar el efecto no observable ha desaparecido.

Lo anterior permite que sea posible estimar con MCO agrupados. Un estimador de MCO agrupados en este caso se le conoce como estimador de efectos fijos o estimador intra-grupal. Este estimador se obtiene a partir del estimador MCO en la ecuación de corte transversal $\overline{y_i} = \beta_1 \overline{x_i} + a_i + \bar{\mu}_{it}$, donde como se mencionó anteriormente se utilizan los promedios a través del tiempo, tanto de y como de x para luego efectuar una regresión de corte transversal.

En el caso de la estimación de efectos fijos, a diferencia del caso de primera diferencia, el estimador de efectos fijos es insesgado, ya que, el estimador de efectos fijos permite la correlación arbitraria entre el error no observable y las variables explicativas en cualquier periodo.

En este modelo no es posible utilizar ciertas variables binarias, como género, ya que, al no cambiar en el tiempo, la transformación de efectos fijos resulta en cero. Aunque las variables constantes en el tiempo no pueden incluirse por sí solas en un modelo de efectos fijos, pueden interactuar con variables que también cambian en el tiempo y, en particular, con variables binarias o dummy anuales. Cuando se incluye un conjunto completo de variables binarias anuales, es decir, para todos

los años menos el primero, no es posible estimar el efecto de ninguna variable cuyo cambio en el tiempo sea constante (Wooldridge, 2009).

En este modelo los residuos pueden descomponerse en $\mu_{it} = \alpha_i + \emptyset_t + \varepsilon_{it}$, donde α_i es la parte del error relativa a las observaciones muestrales o individuos independiente del tiempo, $\emptyset_t$ es la parte del error relativa a los instantes temporales del panel independientes de los individuos, y ε_{it} es la parte relativa a la variación entre individuos y a través de los instantes temporales. Por lo que la ecuación anterior deriva en la siguiente:

ECUACIÓN 54

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \alpha_i + \emptyset_t + \varepsilon_{it}$$

Cuando existen muchas observaciones muestrales y pocos instantes temporales se capta la variación en la muestra debida a los instantes temporales introduciendo $T-1$ variables dicotómicas d_t asociadas a cada uno de los instantes temporales. Por otro lado cuando hay pocas observaciones muestrales y muchos instantes temporales, se captan las diferencias a través de los diferentes individuos de la muestra incluyendo $N-1$ variables dicotómicas e_t asociados a cada una de los individuos muestrales. Por lo que, el modelo de datos de panel sería el siguiente:

ECUACIÓN 55

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \alpha_i + \emptyset_t + \varepsilon_{it}$$

$$con:$$

ECUACIÓN 56

$$\alpha_i = \sum_{k=1}^{N-1} p_k e_k \, \emptyset_t = \sum_{k=1}^{T-1} q_k d_k$$

El modelo de datos de panel con efecto fijos, estimado por mínimos cuadrados, ordinarios puede ser representado de la siguiente forma:

ECUACIÓN 57

$$y_{it} = \beta_0 + p_1 e_1 + p_2 e_2 + \cdots + p_{N-1} e_{N-1} + q_1 d_1 + q_2 d_2 + \cdots + q_{T-1} d_{T-1} + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \varepsilon_{it}$$

Lo que también puede ser expresado como la siguiente función:

ECUACIÓN 58

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^{N-1} p_k e_k + \sum_{k=1}^{T-1} q_k d_k + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \varepsilon_{it}$$

Los parámetros p_i estimarás los efectos fijos relativos a los individuos u observaciones muestrales, mientras que los parámetros q_i estimarán los efectos fijos relativos a cada instante temporal considerado en el panel.

Por otro lado, se tiene los modelos de panel de efectos aleatorios, donde los componentes α_i y $\emptyset_t$ del error varían de manera aleatoria a través de los individuos y en el tiempo. Por lo que la ecuación queda expresada de la siguiente manera:

ECUACIÓN 59

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \mu_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{jit} + \alpha_i + \emptyset_t + \varepsilon_{it}$$

Donde el error μ_{it} tiene el componente α_i individual aleatorio que es invariable a través de los instantes temporales y caracteriza a cada uno de los individuos, que se denomina componente “entre grupos”. A su vez el otro componente temporal aleatorio del error corresponde a $\emptyset_t$, que es invariante a través de los individuos y que caracteriza a cada uno de los instantes temporales, que se denomina “intra grupos”. Mientras el componente ε_{it} que es aleatorio a través del tiempo y a través de los individuos (Perez Lopez, 2015).

El método de las variables binarias no es un método práctico para conjuntos de datos de panel con numerosas observaciones de corte transversal. Por otro lado una ventaja de este método es que provee exactamente las mismas estimaciones de las β_j que se obtendrían de la regresión con datos con el tiempo deducido, y los errores estándar y otros estadísticos importantes también son idénticos. Es por lo anterior que la estimación de efectos fijos se obtiene con el uso de regresiones de variables binarias. Este método entonces permite calcular mejores los grados de libertad, aspecto que no era posible directamente calculando efectos fijos sin las variables binarias. En cuanto a lo anterior, generalmente el R cuadrado tiene un valor más alto porque se tiene una dummy para cada corte transversal o unidad, lo que explica en buena parte de la variación en los datos (Wooldridge, 2009).

Teniendo claro lo anterior es que se presentan los supuestos del modelo de efectos fijos:

Supuesto 1: para cada i, el modelo es $y_{it} = \beta_1 x_{it} + \cdots + \beta_k x_{itk} + a_i + \mu_{it}$ donde β_j son los parámetros a estimar y a_i es el efecto no observable.

Supuesto 2: se tiene una muestra aleatoria en la dimensión de corte transversal.

Supuesto 3: cada variable explicativa cambia con el tiempo, al menos para alguna i, y no existe una relación lineal perfecta entre las variables explicativas.

Supuesto 4: para cada t, el valor esperado del error idiosincrático, dadas las variables explicativas en todos los periodos y el efecto no observable, es cero.

ECUACIÓN 60

$$E(\mu_{it}|x_{itj}, a_i) = 0$$

Supuesto 5: $Var(\mu_{it}|x_{itj}, a_i) = Var(\mu_{it}) = \sigma^2{}_\mu$

Supuesto 6: para toda $t \neq s$, los errores idiosincráticos no están correlacionados, de manera condicional en todas las variables explicativas y en a_i.

ECUACIÓN 61

$$Cov(\mu_{it}, \mu_{is}|x_{itj}, a_i) = 0$$

Supuesto 7: de manera condicional en x_{itj} y en a_i, los μ_{it} son independientes e idénticamente distribuidos como normal $(0, \sigma_\mu^2)$. Este supuesto contiene los supuesto 4, 5 y 6, pero más fuerte, ya que, supone una distribución normal para los errores idiosincráticos.

Efectos Aleatorios

Como se ha visto anteriormente, cuando se utilizan efectos fijos o las primeras diferencias, el objetivo es eliminar a_i porque se considera que está correlacionado con una o más variables explicativas, pero en el caso de que el error no observado no se encuentre correlacionado con ninguna variable explicativa en todos los periodos, entonces una transformación para eliminar a_i da como resultados estimadores ineficientes.

Entonces la ecuación $y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \cdots + \beta_k x_{itk} + a_i + \mu_{it}$ se convierte en un modelo de efectos aleatorios cuando se establece que el efecto no observable a_i no se correlaciona con ninguna variable explicativa:

Ecuación 62

$$Cov\ (x_{itj}, a_i) = 0$$

Los supuestos claves de los efectos aleatorios incluyen todos los supuestos de efectos fijos, más el requisito adicional de que a_i es independiente de todas las variables explicativas en todos los periodos. Por lo tanto, si se piensa que el efecto no observado se encuentra correlacionado con las variables explicativas no se debería utilizar este método.

Es entonces, que al existir $Cov\ (x_{itj}, a_i) = 0$ las β_j se pueden estimar de manera consistente al usar un solo corte transversal, es decir, no usar datos de panel, pero un solo corte transversal se ignora mucha información útil de otros periodos.

Si se define el término de error compuesto como $v_{it} = a_i + \mu_{it}$, el que consta de dos componentes, entonces a_i es el componente de error de corte transversal o error específico del individuo, mientras que μ_{it} es la combinación del componente de error de series de tiempo y corte transversal, el que se conoce como error idiosincrático, ya que, varía tanto en el corte transversal como en el tiempo (Gujarati & Porter, 2009). Teniendo en cuenta lo anterior es que el modelo se define de la siguiente manera:

Ecuación 63

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \cdots + \beta_k x_{itk} + v_{it}$$

Como a_i está en el error compuesto en cada periodo, las v_{it} se correlacionan serialmente en cada periodo de tiempo, de hecho, bajo el supuesto de efectos aleatorios.

Ecuación 64

$$Corr(v_{it}, v_{is}) = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_\mu^2} \quad t \neq s$$

Donde $\sigma_a^2 = var(a_i)$ y $\sigma_\mu^2 = var(\mu_{it})$. Esta correlación serial positiva se puede resolver con el uso de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG), y la muestra debe contar con un N grande y un T pequeño. Esta correlación es eliminada con la siguiente ecuación:

Ecuación 65

$$\tau = 1 - (\frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + T\sigma_\mu^2})^{1/2}$$

Que se encuentran entre cero y uno, por lo que la ecuación resulta en:

ECUACIÓN 66

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta_0(1-\tau) + \beta_1(x_{it1} - \tau\bar{x}_{i1}) + \cdots + \beta_k(x_{itk} - \tau\bar{x}_{ik}) + (v_{it} - \tau\bar{v}_i)$$

La ecuación anterior involucra datos cuasi deducidos en cada variable. El estimador de efectos fijos resta los promedios de los periodos de la variable correspondiente, mientras que la transformación de efectos aleatorios resta una fracción de ese promedio a lo largo del tiempo, donde la fracción depende de σ_a^2, σ_μ^2 y el número de periodos T.

El estimador de MCG resulta ser simplemente el estimador de MCO agrupado de la ecuación:

ECUACIÓN 67

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta_0(1-\tau) + \beta_1(x_{it1} - \tau\bar{x}_{i1}) + \cdots + \beta_k(x_{itk} - \tau\bar{x}_{ik}) + (v_{it} - \tau\bar{v}_i)$$

Además esta ecuación, permite el uso de variables explicativas que son constantes en el tiempo, y esta es una ventaja evidente del método de efectos aleatorios sobre el método de los efectos fijos y/o de la primera diferencia. Esto es posible debido a que en los efectos aleatorios supone que el efecto no observable está no correlacionado con ninguna de las variables explicativas, ya sea, que las explicativas están fijas en el tiempo o no (Wooldridge, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior es que se pasa a establecer los supuestos del modelo de efectos aleatorios a continuación.

Supuesto 1: para cada i, el modelo es $y_{it} = \beta_1 x_{it} + \cdots + \beta_k x_{itk} + a_i + \mu_{it}$ donde β_j son los parámetros a estimar y a_i es el efecto no observable.

Supuesto 2: se tiene una muestra aleatoria en la dimensión de corte transversal.

Supuesto 3: no existen relaciones lineales perfectas entre las variables explicativas.

Supuesto 4: el valor esperado de a_i dadas todas las variables explicativas, es constante $E(a_i|x_{itj}) = \beta_0$.

Supuesto 5: la varianza de a_i dadas todas las variables explicativas, es constante: $Var\ (a_i|x_{itj}) = \sigma_a^2$.

<u>Supuesto 6</u>: para toda $t \neq s$, los errores idiosincráticos no están correlacionados, de manera condicional en todas las variables explicativas y en a_i.

ECUACIÓN 68

$$Cov(\mu_{it}, \mu_{is} | x_{itj}, a_i) = 0$$

<u>Supuesto 7</u>: de manera condicional en x_{itj} y en a_i, los μ_{it} son independientes e idénticamente distribuidos como normal $(0, \sigma_\mu^2)$.

La consistencia y la normalidad asintótica son consecuencias de los primeros cuatro supuestos, pero sin los dos último supuesto los errores estándar y los estadísticos de pruebas de efecto aleatorio no son válidos.

Para los coeficientes de las variables explicativas que cambian en el tiempo, el estimador de efectos aleatorios es más eficiente que el de efectos fijos y, con frecuencia, muchos más eficientes.

¿Primera Diferencia, Efectos Fijos o Efectos Aleatorios?

Para los casos donde $T = 2$ los modelos de primera diferencia y de efectos fijos tienen los mismos estimadores, al igual que sus estadísticos. Bajo este caso la primera diferencia cuenta con la ventaja de ser más fácil de realizar en cualquier programa estadístico, ya que, para dos periodos de tiempo la primera diferencia es un corte transversal.

En cambio cuando $T \geq 3$ la elección entre los estimadores de efectos fijos y de primera diferencia depende de su diferencia relativa, y esto está determinado por la correlación serial de los errores idiosincráticos. Cuando los errores idiosincráticos no se correlacionan serialmente, loes estimadores de efectos fijos son más eficientes que los de primera diferencia. Mientras que cuando T es grande, y en especial cuando N no lo es, se debe ser cuidadoso al utilizar efectos fijos, ya que, la inferencia puede ser muy sensible a las violaciones de los supuestos. Además que la primera diferencia tiene la ventaja de convertir un proceso integrado de series de tiempo en un proceso débilmente dependiente. Por lo que, si no se respeta la exogeneidad estricta es menos probable que al utilizar estimadores de efectos fijos estos sean insesgados (Wooldridge, 2009).

Como se explicó en la definición de los distintos modelos, anteriormente, los efectos fijos permiten una correlación entre el erro no observable y las variables explicativas, mientras que los efectos aleatorios no. Por lo que, los efectos fijos serían más convenientes para estimaciones *ceteris paribus*.

Por otro lado, si la variable explicativa clase es constante en el tiempo no es posible utilizar efectos fijos para determinar su efecto en la explicada. Además los efectos aleatorios son preferibles a una estimación de MCO agrupados, ya que, estos serían más eficientes.

Hausman en 1978 propuso por primera vez una prueba para diferenciar cuál método utilizar, si el de efectos fijos o el de efectos aleatorios. Donde se establece que se debería utilizar la técnica de efectos aleatorios por defecto, al menos que la prueba de Hausman indique lo contrario. Por lo que, en el caso de no rechazar la prueba, esto quiere decir que las estimaciones de efectos aleatorios y de efectos fijos están lo suficientemente cerca para que no importe cuál método usar. Mientras que un rechazo, implica que el supuesto clave de efectos aleatorios no se cumple y, por lo tanto, se usan estimaciones de efectos fijos (Wooldridge, 2009).

Como es posible apreciar, la discusión final se reduce en la selección de datos de panel con efectos fijos o efectos aleatorios. Es por lo mismo que la prueba de Hausman toma tanta importancia, aunque existen ciertos investigadores, que aun con esta prueba, dicen que no existiría una regla clara y sencilla que ayude a decidir entre el uso de efectos fijos y aleatorios (Gujarati & Porter, 2009).